

**ANALISIS STABILITAS LERENG BERDASARKAN DATA  
STANDARD PENETRATION  
TEST (SPT) STA 1+950  
(STUDI KASUS: PROYEK KAWASAN TANA MORI-NTT)**

SKRIPSI



**RENNY PRAHESTI  
M1C119006**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JAMBI**

**2023**

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang tertulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan perlakuan yang berlaku.

Jambi,  
Yang menyatakan

RENNY PRAHESTI  
M1C119006

## ABSTRAK

Kestabilan lereng merupakan suatu kondisi atau keadaan yang stabil terhadap suatu bentuk dan dimensi lereng. Adapun maksud analisis stabilitas lereng adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial. Tujuan dari penelitian analisis stabilitas lereng ini dapat menghitung dan menganalisis nilai faktor keamanan lereng berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT).

Metode pemecah permasalahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan menghitung manual menggunakan metode fellenius dan juga metode janbu. Adapun perhitungannya dilakukan menggunakan data parameter tanah yang diperoleh dari data *Standard Penetration Test* (SPT) dan juga data titik bor tanah pada STA 1+950. Pada perhitungan dengan menggunakan metode fellenius memperoleh nilai faktor keamanan lereng sebesar 1,011 sedangkan perhitungan dengan menggunakan metode janbu memperoleh nilai faktor keamanan lereng sebesar 0,793. Dari kedua metode tersebut dapat disimpulkan bahwa lereng berada dalam kondisi tidak aman.

Upaya yang dapat dilakukan adalah melakukan perbaikan dan juga pencegahan dengan menggunakan perkuatan tambahan yaitu *geomat erosion control*. Setelah penambahan *geomat erosion control* nilai faktor keamanan lereng meningkat, yaitu pada metode fellenius sebesar 6,150 dan metode janbu sebesar 5,932. Berdasarkan hasil analisis perhitungan dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa lereng berada dalam kondisi aman karena memiliki factor keamanan  $>1,5$ .

**Kata Kunci :** Analisis stabilitas lereng, *geomat erosion control*, faktor keamanan lereng

**ANALISIS STABILITAS LERENG BERDASARKAN DATA  
STANDARD PENETRATION  
TEST (SPT) STA 1+950  
(STUDI KASUS: PROYEK KAWASAN TANA MORI)**

**S K R I P S I**

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam melakukan penelitian dalam rangka  
penulisan Skripsi pada Program Studi Teknik Sipil



**RENNY PRAHESTI  
M1C119006**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JAMBI**

**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **ANALISIS STABILITAS LERENG BERDASARKAN DATA STANDARD PENETRATION TEST (SPT) STA 1+950 (STUDI KASUS: PROYEK KAWASAN TANA MORI-NTT)** yang disusun oleh **RENNY PRAHESTI, NIM: M1C119006** telah dipertahankan didepan tim penguji pada tanggal 10 Juli 2023 dan dinyatakan lulus.

### Susunan Tim Penguji

Ketua : Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T.  
Sekretaris : Ir. M. Nuklirullah, S.T., M.Eng.  
Anggota : Ir. Ade Nurdin, S.T., M.T.  
: Nurman J, S.T., M.M., M.S.i.  
: Dr. Ir. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T.

### Disetujui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T.  
NIP. 198910212019032015

Ir.M. Nuklirullah, S.T., M.Eng.  
NIP. 198906012019031012

### Diketahui:

Dekan

Ketua Jurusan

Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.  
NIP. 196806021993031004

Prof. Dr. Drs. Naswir, M.Si.  
NIP. 196605031991021001

## RIWAYAT HIDUP



**Renny Prahesti.** Seorang perempuan yang lahir di Rantau Indah, Kecamatan Dendang, Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Provinsi Jambi pada tanggal 23 April 2001. Anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan suami istri Sudarno dan Yarmi. Mengawali Pendidikan tingkat dasar SD Negeri 01/X Rantau Indah Kecamatan Dendang pada tahun 2008. Kemudian melanjutkan Pendidikan tingkat pertama di SMP Negeri 4 Tanjung Jabung Timur pada tahun 2014. Serta melanjutkan Pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 4 Tanjung Jabung Timur pada tahun 2017. Setelah lulus dari SMA melanjutkan ke Pendidikan Tinggi dan diterima menjadi mahasiswa pada Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Kimia, dan Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) pada tahun 2019.

Selama menempuh Pendidikan Strata 1 (S1) di Universitas Jambi, Penulis pernah menjabat sebagai Anggota Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil pada tahun 2019 dan menjadi Badan Pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATESI) pada Periode 2021-2022.

Pada tahun 2022 Penulis melaksanakan Kerja Praktek pada Proyek Pembangunan dan Pengembangan MICE, Infrastruktur Kawasan Tana Mori Kabupaten Manggarai Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur, untuk persiapan acara KTT Asean Summit 2023 yang berlangsung di Labuan Bajo, Kabupaten Manggarai Barat. Akhir dari masa Pendidikan, penulis mengajukan tugas akhir dibidang Geotek dengan Judul “**Analisis Stabilitas Lereng Berdasarkan Data Standard Penetration Test (SPT) STA 1+950 (Studi Kasus: Proyek Kawasan Tana Mori-NTT)**” dibawah bimbingan ibu Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T. selaku pembimbing utama dan bapak Ir. Nuklirullah, S.T., M.Eng. selaku pembimbing pendamping. Penulis berhasil menyelesaikan Pendidikan Strata S1 dan dinyatakan lulus pada tanggal 23 Agustus 2023.

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi dengan baik. Skripsi yang berjudul “**Analisis Stabilitas Lereng Berdasarkan Data *Standard Penetration Test* (SPT) STA 1+950 (Studi Kasus: Proyek Kawasan Tana Mori)**” ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi.

Keberhasilan dalam penyusunan Skripsi ini, penulis memperoleh masukan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, dan adik yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta kasih sayang kepada saya untuk menyelesaikan perkuliahan ini.
2. Bapak Ir. Ade Nurdin, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi dan selaku Penguji I.
3. Ibu Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T. selaku pembimbing I dan Bapak Ir.M. Nuklirullah, S.T., M.Eng. selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama mengerjakan skripsi.
4. Bapak Nurman J, S.T., M.M., M.Si selaku penguji II, dan Ibu Dr.Ir. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T selaku penguji III.
5. Bapak Ir. Dede Noviardi, S.T., M.M.T., IPM Selaku Deputy Project Director yang telah bersedia menerima saya dan teman seperjuangan untuk melakukan kerja praktek serta melakukan penelitian pada proyek yang bapak pimpin.
6. Bapak Ocky Dwi Saktian Kusuma, S.T. selaku Project Manager Kontraktor PT. Nindya-Lestari KSO serta Kak Bagus Rachmadi S.T, Mas Muh. Syawal, A.Md, dan Bang Rendy Cahyadi S.T. Selaku Pembimbing Lapangan pada saat Kerja Praktek yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan, wawasan serta pengalaman dalam bidang konstruksi yang sangat bermanfaat bagi penulis.
7. Keluarga besar proyek Pengembangan dan Pembangunan MICE, Infrastruktur Kawasan Tana Mori yang tidak dapat disebutkan satu persatu karena telah memberikan pengalaman serta pelajaran hidup yang sangat berharga.

8. Yeni Rohani Naibaho, Amirul Abdul Fatah dan Muhammad Akbar Guzwen selaku teman seperjuangan Skripsi Labuan Bajo kawasan Tana Mori yang selalu menemani dalam suka dan duka.
9. Seseorang yang istimewa selalu ada dari awal perkuliahan hingga selesai, membantu, mengajari dan kebersamai serta tidak pernah meninggalkan dalam keadaan apapun.
10. Serta seluruh teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2019 yang selalu memberikan semangat dan menjadi tempat keluh kesah selama berproses bersama-sama dari awal hingga akhir.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam Skripsi ini. Oleh karena itu kritik serta saran yang membangun sangat penulis harapkan agar Skripsi ini dapat lebih baik lagi. Akhirnya penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan serta wawasan bagi penulis maupun pembaca.

Jambi, September 2023

Renny Prahesti

M1C119006

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN .....	i
SURAT PERNYATAAN .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Batasan Masalah.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Tanah.....	4
2.1.1 Klasifikasi Tanah .....	5
2.1.2 Penyidikan Tanah ( <i>Soil Investigation</i> ).....	5
2.2 Lereng.....	6
2.3 Pola Keruntuhan Lereng .....	7
2.4 Analisis Stabilitas Lereng .....	8
2.4.1 Metode Elemen Hingga .....	10
2.4.2 Metode Fellenius .....	11
2.4.3 Metode Bishop .....	11
2.4.4 Metode Janbu .....	12
2.5 Perkuatan dengan Geomat .....	13
2.6 Keaslian Penelitian.....	14
III. METODOLOGI PENELITIAN .....	18
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	18
3.2 Metode Penelitian .....	18
3.3 Variabel Penelitian .....	18
3.4 Studi Literatur.....	19
3.5 Teknik Pengumpulan Data .....	19
3.6 Rencana Bagan Alir Penelitian .....	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	21
4.1 Deskripsi Lereng Proyek Kawasan Tana Mori .....	21
4.2 Analisis Stabilitas Lereng Berdasarkan Data SPT .....	21

4.3	Analisis dan Pembahasan Lereng Sebelum Perkuatan Geotekstil ...	22
4.3.1	Metode Fellenius .....	22
4.3.2	Metode Janbu .....	24
4.4	Analisis dan Pembahasan Lereng Menggunakan Perkuatan Geotekstil .....	27
4.4.1	Stabilitas Internal .....	27
4.4.2	Stabilitas Terhadap Kelongsoran .....	28
4.5	Pembahasan .....	29
IV.	PENUTUP .....	32
5.1	Kesimpulan .....	32
5.2	Saran .....	32
	DAFTAR PUSTAKA .....	
	LAMPIRAN .....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Penelitian terdahulu .....	16
3.1 Data parameter tanah hasil uji laboratorium .....	19
3.2 Spesifikasi <i>geomat erosion control</i> .....	19
4.1 NSPT dan deskripsi pada BH-5/1+950 .....	22
4.2 Hasil perhitungan masing-masing irisan .....	24
4.3 Rekapitulasi perhitungan stabilitas internal tiap lapisan .....	28
4.4 Perhitungan tahanan momen dengan perkuatan <i>geomat</i> .....	29
4.5 Rekapitulasi hasil angka keamanan lereng .....	30

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tipe keruntuhan gelincir .....	7
2.2 Tipe keruntuhan jatuhan .....	8
2.3 Tipe keruntuhan aliran.....	8
2.4 Geomat <i>erosion control</i> .....	14
3.1 Kondisi lereng .....	18
4.1 <i>Cross section</i> lereng .....	21
4.2 Asumsi irisan lereng .....	22
4.3 Irisan lereng No. 1 .....	23
4.4 Panjang irisan No. 1 .....	23
4.5 Asumsi irisan lereng .....	24

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Lampiran 1 Bagan Alir Penelitian.....	35
2 Lampiran 2 Perhitungan Metode Fellenius .....	36
3 Lampiran 3 Perhitungan Stabilitas Internal .....	40
4 Lampiran 4 Perhitungan Stabilitas Terhadap Kelongsoran .....	46
5 Lampiran 5 Data <i>Standard Penetration Test</i> (SPT) .....	48
6 Lampiran 6 Data Titik Bor Tanah .....	68

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Lereng merupakan suatu permukaan tanah yang membentuk suatu sudut tertentu terhadap bidang horizontal sehingga menimbulkan sebuah kemiringan. Pekerjaan *cut and fill* pada suatu tanah lereng perbukitan dapat menyebabkan terjadinya perubahan tegangan didalam tanah sehingga dapat mengakibatkan tanah mengalami deformasi yang dapat mengakibatkan terganggunya kestabilan tanah. Pada pekerjaan *cut and fill* memiliki ketinggian yang berbeda karena disesuaikan dengan ketinggian tanah itu sendiri.

Lereng yang mengalami kelongsoran akan menimbulkan kerusakan cukup signifikan sehingga akan mengakibatkan kerugian dari segi konstruksi yang mahal karena perbaikan dan terancamnya keselamatan konstruksi karena struktur yang dibuat tidak mampu menahan kestabilan. Analisa stabilitas lereng ditujukan untuk mendapatkan nilai faktor keamanan dari suatu bentuk lereng tertentu, dengan diketahuinya nilai faktor keamanan memudahkan pekerjaan pembentukan atau perkuatan lereng untuk memastikan apakah lereng yang telah dibentuk mempunyai risiko longsor atau cukup stabil. Analisis dilakukan berdasarkan kondisi tanah, kuat geser tanah dan faktor lainnya yang mempengaruhi hitungan faktor keamanan suatu lereng.

Pembangunan infrastruktur jalan yang dilaksanakan pada proyek Pengembangan dan Pembangunan MICE, Infrastruktur Kawasan Tana Mori memiliki jenis tanah lempung berbatu. Tanah ini terdiri dari butiran yang sangat kecil dan menunjukkan sifat plastisitas dan kohesi. Tanah lempung berbatu juga memiliki kadar natrium tinggi dan mempunyai kecenderungan longsor. Kondisi tanah lempung ini mengakibatkan tanah timbunan dan tanah dasar tidak mengalami dispasi. Pada umumnya proses dispasi akan berakhir saat pembangunan sudah selesai dilaksanakan dengan penurunan tekanan air pori sampai nilai akhir dalam jangka yang cukup panjang sehingga mengakibatkan konstruksi yang dikerjakan cenderung tidak stabil. Hal ini membuat faktor keamanan dari tanah yang digali maupun ditimbun pada akhir pelaksanaan pembangunan akan lebih kecil jika ditinjau dalam kurun waktu yang panjang. Rendahnya daya dukung dari tanah galian maupun timbunan pada pekerjaan pembangunan infrastruktur jalan mengakibatkan perlunya tindakan kestabilan tanah untuk menjaga tanah lereng memiliki kestabilan yang memadai.

Kawasan Tana Mori merupakan daerah perbukitan yang terjal. Ditinjau dari kondisi eksisting Kawasan Tana Mori ini berada pada daerah perbukitan dan berlereng yang memiliki topografi beragam. Permasalahan yang terdapat pada

proyek ini adalah lereng berpotensi mengalami kelongsoran akibat pekerjaan pemotongan lereng untuk mencapai elevasi pembangunan jalan yang diharapkan. Apabila suatu lereng di potong maka kestabilan lereng dapat terganggu dan akan mengakibatkan kelongsoran lereng, apalagi tinggi lereng pada proyek ini berada pada ketinggian di diatas 10 m. Hal yang perlu dilakukan yaitu menganalisis kestabilan lereng agar mengetahui angka faktor keamanan lereng dan mengetahui perkuatan lereng yang sesuai untuk mengurangi resiko kelongsoran.

Berdasarkan uraian tersebut maka perlu adanya studi penelitian dengan judul **“Analisis Stabilitas Lereng Berdasarkan Data *Standard Penetration Test (SPT)* STA 1+950 (Studi Kasus: Proyek Kawasan Tana Mori)”** sebagai upaya untuk mengurangi dan menanggulangi permasalahan lereng yang mengalami kelongsoran pada proyek tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun masalah yang akan dibahas pada penelitian ini sesuai dengan latar belakang yang telah diuraikan yaitu berapakah nilai faktor keamanan lereng berdasarkan data *Standard Penetration Test (SPT)*.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini sesuai dengan rumusan masalah yang telah dijabarkan yaitu dapat menghitung dan menganalisis nilai faktor keamanan lereng berdasarkan data *Standard Penetration Test (SPT)*.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian yang dilakukan dapat dijabarkan, antara lain sebagai berikut:

1. Manfaat hasil dari penelitian ini dapat mengetahui nilai faktor keamanan lereng.
2. Manfaat bagi pembaca, diharapkan penelitian ini dapat menambah pengetahuan mengenai stabilitas lereng dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.
3. Manfaat bagi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi khususnya pada Program Studi Teknik Sipil adalah untuk menambah studi literatur pustaka penelitian dalam bidang geoteknik.

## **1.5 Batasan Masalah**

Penelitian tugas akhir ini harus memiliki tujuan yang jelas agar tidak menyimpang dari topik pembahasan yang dibahas oleh penulis. Adapun batasan-batasan penelitian tugas akhir ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Data SPT tanah yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari proyek Pengembangan dan Pembangunan MICE, Infrastruktur Kawasan Tana Mori.
2. Perhitungan yang dilakukan dengan perhitungan manual menggunakan metode fellenius dan metode janbu.
3. Analisis dilakukan hanya pada lereng tanah yang mengalami kelongsoran tepatnya di STA 1+950.
4. Tidak meninjau dari segi mutu, biaya dan waktu.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah

Tanah adalah bagian kerak bumi yang tersusun dari mineral dan bahan organik. Tanah merupakan suatu kumpulan mineral dari bahan organik (tumbuhan) atau anorganik (vulkanik) dan merupakan endapan-endapan yang relatif lepas, yang terletak diatas batuan dasar (Hardiyatmo,2002). Tanah memiliki karakteristik berupa struktur yang mendukung eksistensi bumi. Tanah terdiri dari campuran berbagai rentang ukuran dan ukuran partikelnya pun beragam. Menurut Bowles dkk, tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut:

1. Berangkal (*boulders*), merupakan potongan batu yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Untuk kisaran antara 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles*).
2. Kerikil (*gravel*), partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
3. Pasir (*sand*), partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, berkisar dari kasar (3-5 mm) sampai halus (kurang dari 1 mm).
4. Lanau (*silt*), partikel batuan berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm. Lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam deposit yang disedimentasikan ke dalam danau atau didekat garis pantai pada muara sungai.
5. Lempung (*clay*), partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.

Tanah lempung adalah salah satu tanah yang memiliki kohesi dan plastisitas serta ukuran partikelnya termasuk kedalam lempung lanau. Partikel yang berukuran lempung tidak selalu merupakan mineral lempung. Jika mineral lempung terdapat pada suatu tanah biasanya akan mempengaruhi sifat tanah, meskipun persentasenya tidak terlalu besar. Permukaan tanah yang tidak rata, mengakibatkan komponen gravitasi cenderung menggerakkan tanah ke bawah. Apabila komponen gravitasi dari melebihi kapasitas geser dari dan bahwa tanah dapat bekerja pada bidang geser, akan menyebabkan keruntuhan lereng.

#### 2.1.1 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah pengelompokan berbagai jenis tanah ke dalam kelompok yang sesuai dengan karakteristiknya. Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, serta untuk menginformasikan tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya dalam bentuk berupa data dasar. seperti karakteristik pemadatan,

kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya (Bowles, 1989 dalam Adha 2014). Dalam ilmu mekanika tanah terdapat dua sistem klasifikasi yang umum dikelompokkan, yaitu:

1. Sistem Klasifikasi *American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO)* yang bermanfaat untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*subbase*) dan tanah dasar (*subgrade*). Karena sistem ini ditujukan untuk pekerjaan jalan tersebut, maka penggunaan sistem ini dalam prakteknya harus dipertimbangkan terhadap maksud dan tujuan aslinya.
2. Sistem Klasifikasi Tanah *Unifed Soil Classification System (USCS)*, sistem ini membedakan tanah atas tiga kelompok yaitu tanah berbutir kasar, tanah berbutir halus dan tanah organik.

#### 2.1.2 Penyelidikan Tanah (*Soil Investigation*)

Penyelidikan tanah adalah kegiatan yang dilakukan untuk menentukan sifat-sifat dan karakteristik tanah untuk tujuan rekayasa *engineering*. Pengujian tanah (*soil investigation*) yang umum digunakan yaitu:

##### 1. *Cone Penetration Test (CPT)*

*Cone penetration test* atau biasa dikenal dengan uji sondir dilakukan untuk mengetahui homogenitas tanah dalam arah lateral dan mengetahui kedalaman dari lapisan tanah keras (*hard layer*). Tujuan uji sondir secara umum adalah untuk mengetahui kekuatan dari tanah pada setiap kedalaman dan stratifikasi tanah secara pendekatan. Hasil dari uji sondir berupa bentuk diagram sondir yang memperlihatkan hubungan antara kedalaman sondir dibawah permukaan tanah dengan nilai perlawanan konus ( $q_c$ ) serta jumlah hambatan pelekat ( $t_f$ ), yang kemudian akan digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi (Prayogo, 2016).

##### 2. *Standard Penetration Test (SPT)*

Pengujian *standard penetration test* juga merupakan pengujian tanah yang cukup sering dilakukan di Indonesia, karena pengujian dilakukan dengan sederhana, mudah dan tidak memerlukan keterampilan khusus dalam pelaksanaannya. Menurut Joseph E. Bowles *standard penetration test (SPT)* merupakan pengujian tanah paling ekonomis dan populer untuk mendapatkan informasi tanah). Pengujian *standard penetration test (SPT)* merupakan pengujian percobaan dinamis yang dilakukan dengan memasukan alat yang bernama *split spoon* kedalam tanah. Percobaan *standard penetration test (SPT)* akan diperoleh nilai kerapatan relatif dan nilai dari sudut geser tanah ( $\phi$ ) yang didapat berdasarkan nilai jumlah pukulan ( $N$ ) (Ahmasd L., 2016). Test ini juga bertujuan

untuk mengetahui baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh tanah dengan teknik penumbukan.

## **2.2 Lereng**

Lereng adalah suatu bidang dipermukaan tanah yang menghubungkan permukaan tanah yang lebih tinggi dengan permukaan tanah yang lebih rendah. Lereng merupakan parameter topografi yang terbagi dalam dua bagian, yaitu kemiringan lereng dan beda tinggi relief. Investigasi lereng adalah merupakan kegiatan penyelidikan tanah terhadap lereng dan longsoran yang terjadi pada lereng jalan dapat terjadi pada tempat kedudukannya karena berada pada daerah potensi longsor yang selanjutnya dikenal dengan longsoran alam serta karena faktor pekerjaan tanah untuk mewujudkan konstruksi jalan yang stabil didaerah perbukitan (galian dan atau timbunan) atau pada lereng timbunan yang dibangun pada daerah tanah bermasalah. Dimana kedua bagian tersebut besar pengaruhnya terhadap penilaian suatu lahan kritis, yaitu suatu lahan yang karena tidak sesuainya kemampuan dan penggunaan lahan dapat merusak lahan secara fisik, kimia, dan biologi, sehingga akan membahayakan fungsi hidrologi, produksi, pertanian, dan pemukiman yang dapat menimbulkan erosi dan longsoran didaerah hulu serta sedimentasi dan banjir didaerah hilir atau daratan. Lereng terbentuk karena faktor alami dan juga dapat terbentuk karena faktor buatan manusia. Dalam bidang teknik sipil lereng dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Lereng alam, yaitu lereng yang terbentuk karena proses-proses alam, misalnya lereng suatu bukit.
2. Lereng yang dibuat dengan tanah asli, misalnya apabila tanah dipotong untuk pembuatan jalan atau saluran air untuk keperluan irigasi.
3. Lereng yang dibuat dari tanah yang dipadatkan, sebagai tanggul untuk jalan atau bendungan tanah.

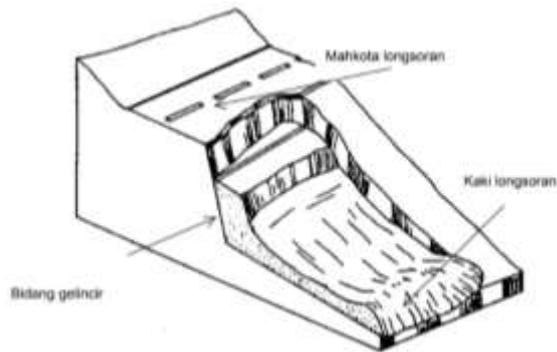
Pada ketiga jenis lereng ini memiliki kemungkinan untuk terjadi longsor, karena dalam setiap kasus tanah yang tidak rata akan menyebabkan komponen gravitasi dari berat memiliki kecenderungan untuk menggerakkan massa tanah dari elevasi lebih tinggi ke elevasi yang lebih rendah. Gaya-gaya pendorong berupa gaya berat, gaya tiris atau muatan. Gaya-gaya inilah yang menyebabkan kelongsoran. Apabila terdapat permukaan tanah yang memiliki beda tinggi maka akan terdapat gaya yang mendorong tanah yang lebih tinggi untuk bergerak ke bawah dan mengalami keruntuhan. Kondisi ini dapat dicegah jika gaya dorong (*driving force*) tidak melampaui gaya perlawanan yang berasal dari kekuatan geser tanah sepanjang bidang longsor.

### 2.3 Pola Keruntuhan Lereng

Pada umumnya kelongsoran berhubungan dengan kondisi tanah homogen dan kelongsoran bukan lingkaran berhubungan dengan kondisi tanah tidak homogen. Kelongsoran biasanya terjadi bila lapisan tanah yang berbatasan berada pada kedalaman yang lebih geser, dan permukaan runtuhnya terdiri dari bagian-bagian lengkung dan bidang (craig 1989). Kegagalan lereng dangkal sering terjadi selama atau sesudah hujan yang cukup intens. Klasifikasi berdasarkan pola pergerakan terbagi dalam tiga jenis, yaitu gelincir (*slide*), jatuhan (*fall*) dan aliran (*flow*) yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

#### 1. Gelincir (*slide*)

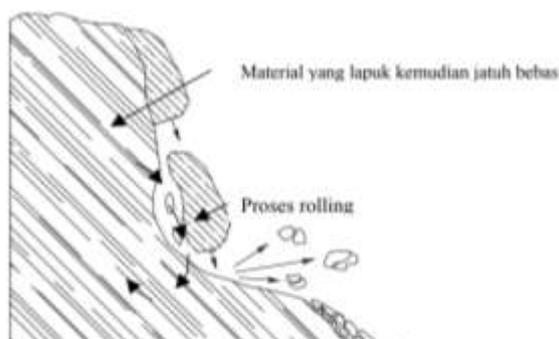
Gelincir terjadi akibat massa tanah bergerak pada suatu bidang yang disebut bidang gelincir. Jenis-jenis gelincir berupa translasi, rotasi atau kombinasi keduanya (majemuk).



**Gambar 2.1** Tipe keruntuhan gelincir

#### 2. Jatuhan (*fall*)

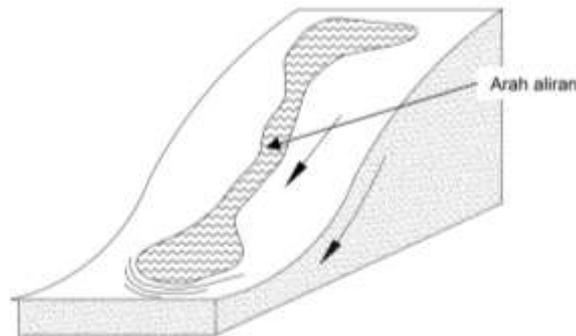
Jatuhan terjadi ketika material jatuh bebas yang kehilangan kontak dengan permukaan batuan. Pergerakan massa bergerak dari ketinggian tertentu melalui udara.



**Gambar 2.2** Tipe keruntuhan jatuhan

### 3. Aliran (*flow*)

Aliran adalah suatu material lepas (batuan lapuk atau tanah) yang setelah mengalami proses penjenjuran akan mengalir seperti sifatnya fluida



**Gambar 2.3** Tipe keruntuhan aliran

### 2.4 Analisis Stabilitas Lereng

Setiap permukaan tanah yang memiliki kemiringan terhadap garis horizontal disebut lereng, baik alami maupun buatan manusia. Karena lereng tidak horizontal, melainkan membentuk sudut, akan timbul suatu gaya penggerak menuruni lereng. Jika gaya penggerak akibat adanya gravitasi dan cenderung membuat blok diatas permukaan miring tersebut bergerak menuruni lereng. Jika gaya penggerak tersebut sangat besar dan kekuatan geser dari material penyusun lereng relatif kecil, dapat terjadi longsoran (Terzaghi and Peck, 1967).

Hal penting dalam mendukung sebuah konstruksi tetap aman, tanah sebagai penahan beban haruslah memiliki daya dukung yang cukup untuk menahan beban dari konstruksi. Stabilisasi tanah adalah proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan atau memodifikasi struktur lapisan tanah agar dapat menaikkan daya dukung tanah, mempertahankan kekuatan geser dan mengurangi terjadinya deformasi tanah. Kestabilan lereng merupakan suatu kondisi atau keadaan yang stabil terhadap suatu bentuk dan dimensi lereng (Duncan, et. al. 2004). Kemantapan lereng (*Slope Stability*) sangat dipengaruhi oleh kekuatan geser tanah untuk menentukan kemampuan tanah menahan tekanan tanah terhadap keruntuhan.

Beberapa kasus kestabilan sebuah lereng berhubungan erat dengan kekuatan geser sebuah tanah didefinisikan sebagai tahanan maksimum dari tanah terhadap tegangan geser dibawah suatu kondisi yang bersangkutan dengan sifat- sifat drainase tanah. (Smith 1984). Kekuatan geser suatu tanah atau bahan terjadi akibat tak relative antar butirnya, sebab itu kekuatannya tergantung pada

gaya yang bekerja antar butir. Secara umum faktor keamanan suatu lereng merupakan perbandingan nilai rata-rata kuat geser tenaga atau batuan di sepanjang bidang keruntuhan kritisnya terhadap beban yang diterima lereng di sepanjang bidang keruntuhannya. Analisis stabilitas lereng didasarkan pada konsep keseimbangan batas plastis (*limit plastic equilibrium*). Adapun maksud analisis stabilitas lereng adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial. Adapun angka keamanan untuk stabilitas lereng, yaitu:

1. SF < 1,5 maka lereng tidak stabil.
2. SF = 1,5 maka lereng dalam keadaan kritis. Artinya dengan sedikit tambahan momen penggerak maka lereng menjadi tidak stabil.
3. SF > 1,5 maka lereng stabil.

Bentuk umum untuk perhitungan stabilitas lereng adalah dengan mencari nilai angka aman (SF) dengan membandingkan momen-momen yang terjadi akibat gaya yang bekerja.

$$SF = \frac{\text{momen penahan}}{\text{momen penggerak}} = \frac{Rc.LAC}{W.y} \quad (2.1)$$

Keterangan:

- F : Faktor Keamanan  
W : Berat tanah yang akan longsor (kN)  
C : Kohesi (kN/m<sup>2</sup>)  
R : Jari-jari bidang longsor yang ditinjau (m)  
y : Jarak pusat berat W terhadap O (m)  
LAC : Panjang Lengkungan (m)

Kelongsoraan pada tanah aktif dapat distabilkan dengan cara menganalisis penurunan yang terjadi dan memberikan penanganan yang sesuai. Penanganan kelongsoran lereng perlu juga memperhatikan nilai faktor keamanan dari lereng dengan mempertimbangkan akibat yang ditimbulkan. Untuk mendapatkan hasil yang baik dapat dilakukan dengan metode berbasis numerik. Adapun beberapa keuntungan dari penggunaan metode numerik untuk analisis stabilitas lereng, yaitu dapat digunakan untuk analisis lereng dengan longsor yang kompleks, dapat memasukkan kondisi regangan tegangan yang ada pada lereng dalam perhitungan kestabilan lereng, dapat menggunakan berbagai macam kriteria keruntuhan, dan dapat dengan mudah memasukkan efek perkuatan pada lereng.

#### 2.4.1 Metode Elemen Hingga

Metode Elemen Hingga (*Finite-Element Method*) merupakan salah satu metode numerik yang sering digunakan saat ini. Metode ini membuat persamaan matematis dengan berbagai pendekatan dan rangkaian persamaan aljabar yang

melibatkan nilai-nilai pada titik-titik diskrit pada bagian yang dievaluasi. Penggunaan metode ini memiliki keuntungan berupa perhitungan yang dihasilkan lebih akurat karena diuraikan secara rinci. Namun metode ini memiliki kekurangan berupa perhitungannya rumit jika dikerjakan secara manual. Pada metode elemen hingga, daerah yang dianalisis dibagi kedalam beberapa elemen.

$$\Sigma M_{sf} = \frac{\tan \phi_{input}}{\tan \phi_{reduksi}} \quad (2.2)$$

$$= \frac{C_{input}}{C_{reduksi}} \quad (2.3)$$

$$SF = \frac{\text{kekuatan geser yang tersedia}}{\text{kekuatan geser saat longsor}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$C_{input}$  : kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>)

$\phi_{input}$  : sudut geser dalam tanah (°)

$C_{reduksi}$  : kohesi tanah tereduksi (kN/m<sup>2</sup>)

$\phi_{reduksi}$  : sudut geser dalam tereduksi (°)

#### 2.4.2 Metode Fellenius

Metode Fellenius (*Ordinary Method of Slice*) diperkenalkan pertama kali oleh Fellenius (1927,1936) bahwa gaya memiliki sudut kemiringan paralel dengan dasar irisan faktor keamanan dihitung dengan keseimbangan momen. Fellenius menganggap gaya-gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longsor. Data yang diperlukan dalam suatu perhitungan sederhana untuk mencari nilai F (faktor keamanan lereng). Kelebihan metode ini cocok untuk lereng yang homogen dan berkomposisi material tanah dan batuan, perhitungannya dilakukan secara sederhana dan mudah. Kelemahan dari metode ini yaitu tidak mempertimbangkan kesetimbangan gaya baik vertikal maupun horizontal sehingga terkadang dapat terjadi kesalahan perhitungan apabila kurang teliti dalam melakukan perhitungannya. Data yang diperlukan untuk menganalisis lereng menggunakan metode fellenius adalah sebagai berikut:

- Data lereng, meliputi sudut lereng, tinggi lereng atau panjang lereng dari kaki lereng ke puncak lereng.
- Data mekanika tanah, meliputi sudut geser dalam, bobot satuan isi tanah basah, kohesi dan kadar air tanah. Faktor aman didefinisikan

$$SF = \frac{\Sigma C \Delta L_n + (W_i \cos \alpha_n \times tg \phi_{rata-rata})}{W_i \sin \alpha_n} \quad (2.5)$$

Keterangan:

- SF : Faktor aman  
C : Kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\phi$  : Sudut gesekan dalam tanah (°)  
 $\alpha_n$  : Sudut tiap irisan (°)  
 $w_i$  : Berat irisan tanah ke-i (kN)  
 $\Delta L_n$  : Panjang masing-masing irisan

#### 2.4.3 Metode Bishop

Metode Bishop bekerja berdasarkan prinsip keseimbangan batas yaitu menghitung kekuatan geser yang akan mempertahankan kemantapan, dibandingkan dengan besarnya tegangan geser yang bekerja. Metode ini mengabaikan gaya gesek antar irisan dan kemudian mengasumsikan bahwa gaya normal cukup untuk mendefinisikan gaya-gaya antar irisan, dan mengaggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada sisi-sisi irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal. (Bishop, 1955). Metode bishop dipakai untuk menganalisis permukaan gelincir (*slip surface*) yang berbentuk lingkaran. Adapun kelebihan dari metode ini yaitu perhitungannya dilakukan secara sederhana, cepat dan menghasilkan hasil perhitungan faktor amannya mendekati hasil hitungan. Kekurangan metode ini yaitu persamaan faktor amannya lebih sulit pemakaiannya dibandingkan metode fellenius dan juga membutuhkan cara coba-coba (*trial and error*) karena nilai faktor amannya terlihat di keud sisi persamaannya. Pada metode ini ada beberapa asumsi, antara lain sebagai berikut:

1. Pada metode ini keruntuhan diasumsikan akibat gerakan rotasi dari tanah tersebut yang mana akan untuk menghitung faktor keamanan dari sebuah keruntuhan yang tidak memiliki bidang runtuh berbentuk lingkaran.
2. Nilai dari gaya horizontal pada kedua sisi dapat diabaikan karena tidak diketahui nilainya dan sulit untuk dihitung.
3. Gaya normal yang bekerja diasumsikan bekerja ditengah bidang irisan dan diperoleh dengan menjumlahkan gaya-gaya dalam arah vertikal.

$$SF = \frac{c \times \Delta x + W \tan \phi}{m W \sin \phi} \quad (2.6)$$

$$m = \cos \alpha \left( 1 + \frac{\tan \alpha \cdot \tan \phi}{F} \right) \quad (2.7)$$

Keterangan:

- SF : Faktor aman  
C : Kohesi (KN/m<sup>2</sup>)

- $\Phi$  : Sudut geser dalam tanah
- $\alpha$  : Sudut irisan dengan bidang longsor
- W : Berat irisan tanah (KN/m)
- $\Delta x$  : Panjang irisan (m)
- F : Faktor Aman Rencana

#### 2.4.4 Metode Janbu

Janbu (1954) membuat suatu metode analisa yang dapat digunakan pada permukaan longsor yang berbentuk *circular* dan *non circular*. Janbu merumuskan persamaan umum kesetimbangan dengan menyelesaikan secara vertikal dan horizontal pada dasar tiap-tiap irisan dengan memperhitungkan seluruh kesetimbangan gaya. Janbu juga mengembangkan metode yang mirip dengan metode bishop sederhana yang dikenal dengan metode janbu sederhana (Metode Janbu *Simplified*). Metode ini memiliki asumsi sama dengan metode bishop yang mengasumsikan bahwa gaya normal antar irisan diperhitungkan tetapi gaya geser antar irisan diabaikan atau bernilai nol ( $X_L - X_R = 0$ ). Perbedaan antar metode bishop sederhana dan metode janbu sederhana terletak pada penurunan angka faktor keamanan. Bishop menurunkan angka faktor keamanan dari kesetimbangan vertikal sedangkan janbu menurunkan angka faktor keamanan dari kesetimbangan horizontal. Keuntungan menggunakan metode ini yaitu metode ini dapat dicari menggunakan perhitungan manual dan bisa digunakan dengan model keruntuhan yang berbentuk busur lingkaran maupun yang tidak berbentuk busur lingkaran. Metode ini juga memiliki kekurangan seperti faktor amannya cenderung kecil. Adapun persamaan yang digunakan dalam menghitung faktor keamanan pada metode janbu adalah sebagai berikut:

$$SF = \frac{\sum [c.b + (W - u.b) \tan \phi] \frac{\sec \alpha^2}{1 + \tan \alpha \tan \phi / F}}{\sum W \sin \alpha} \quad (2.8)$$

$$m = 1 + \left( \frac{\tan \alpha \tan \phi}{F} \right) \quad (2.9)$$

Keterangan:

- SF : Faktor aman
- C : Kohesi (KN/m<sup>2</sup>)
- $\Phi$  : Sudut geser dalam tanah
- $\alpha$  : Sudut irisan dengan bidang longsor
- W : Berat irisan tanah (KN/m)
- F : Faktor Aman Rencana
- b : Lebar dari irisan

## 2.5 Perkuatan dengan Geomat

*Geomat* merupakan polimer yang berbentuk anyaman ataupun bukan anyaman. Berdasarkan *American Society for Testing Material* (ASTM) disebutkan bahwa *geomat* merupakan bahan yang tidak kedap air. Pemanfaatan *geomat* merupakan cara modern dalam usaha untuk perkuatan tanah lunak. Penggunaan *geomat* sebagai perkuatan biasa diterapkan pada proyek jalan raya, area lereng dan konstruksi dinding penahan tanah. Daya dukung yang terjadi pada lereng dengan perkuatan *geomat* meningkat dibandingkan tanpa menggunakan perkuatan, semakin panjang lapisan *geomat* yang digunakan maka daya dukung yang mampu di tahan semakin bertambah, serta semakin rapat jarak vertikal antar lapis *geomat* atau dengan kata lain semakin banyaknya jumlah lapisan *geomat* maka daya dukung yang dihasilkan semakin meningkat pula. Secara umum *geomat* terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. *Geomat* anyam (*woven geotextile*)

*Geomat* anyam merupakan salah satu jenis *geomat* yang terbuat dari bahan dasar *polypropylene*. *Geomat* anyam ini berfungsi sebagai bahan stabilisasi tanah dasar terutama tanah dasar lunak agar tanah tersebut terlapis dan tidak mudah mengalami penurunan permukaan karena *geomat* jenis ini mempunyai kuat tarik (*tensile strength*) yang cukup tinggi. *Geomat* lazim digunakan untuk mencegah atau mengurangi laju aliran air sehingga permukaan tanah tidak terkikis dan menimbulkan erosi. Adapun *geomat* yang akan diaplikasikan sebagai perkuatan pada lereng proyek Kawasan Tana Mori dapat dilihat pada **gambar 2.4** dibawah ini.



**Gambar 2.4** *Geomat* erosion control

2. *Geomat* tidak dianyam (*nonwoven geotextile*) adalah *geomat* yang pembuatannya dilakukan dengan cara penjaruman atau merekatkan serat pembentukannya. *Geomat* ini memiliki kuat tarik lebih kecil dibandingkan *geomat* anyam (*woven geotextile*) namun memiliki sifat permeabilitas yang baik sesuai dengan karakteristik fisiknya. Fungsi *geomat* jenis tidak dianyam

akan berfungsi sebagai pengalir sekaligus penyaring, yaitu menyaring butiran tanah agar tidak ikut terbawa aliran air.

*Geomat* mempunyai peran penting dalam proses pembangunan konstruksi. Baik pembangunan di daerah perkotaan maupun pedesaan. Berikut ini merupakan fungsi umum dari *geomat* yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Sebagai lapisan penyaring (*filtration*) yang dapat membuat aliran air tersaring tanpa memerlukan media tanah. Air tetapi tersaring dengan baik dan tanah yang bercampur tidak akan menembus bahan.
2. Sebagai lapisan pemisah (*separation*) yang memisahkan antara tanah lunak dan tanah perkerasan yang berada di atasnya jika terjadi gaya gesek. Selain itu, berguna juga sebagai pemisah saat terjadi pergerakan tanah lunak yang merembes karena basah oleh hujan.
3. Sebagai stabilisator sehingga mampu menyalurkan beban yang berada di atas secara merata.

Fungsi *geomat* terhadap lereng yaitu sebagai pengendali erosi yang dikombinasikan dengan tanaman dengan materialnya yang disesuaikan dengan kondisi tanah dan kemiringan lereng. Tanaman yang ditanam pada *geomat* berfungsi sebagai revegetasi pengendalian terhadap kelongsoran lereng yang gundul. Diharapkan dengan tumbuhnya tanaman akan mengakibatkan minimnya resiko kelongsoran lereng. Cara kerja dari *geomat* yaitu dapat meloloskan air, tetapi menahan partikel tanah yang ikut terbawa aliran dari satu sisi permukaan ke sisi lainnya sehingga tanaman sebagai pendukung pun akan aman apabila terguyur air hujan.

Dalam perkuatan tanah dengan *geomat* ini dapat dicari perilaku interaksi antara permukaan tanah dan *geomat* terhadap parameter kuat geser. Dengan dicarinya perilaku interaksi ini dapat diketahui efisiensi kuat geser yang menjadi faktor utama dalam analisis stabilitas lereng. *Geomat* yang dipasang mengalami tegangan, yang mengakibatkan *geomat* mengalami lendutan dan terjadinya gaya tarik pada *geomat*. Untuk mencegah terjadinya lendutan pada *geomat*, maka ujung-ujung dari *geomat* dilakukan penekukan kemudian ditimbun dengan tanah timbunan yang berfungsi sebagai pengikat dari *geomat*. Kuat tarik *geomat* dan kemampuan bahan *geomat* dalam menyebarkan beban tarik terpusat, deformasi lateral serta menerima beban terpusat dan mampu menahan geser (akibat gesekan tanah) mengakibatkan *geomat* berpengaruh terhadap kestabilan lereng (Koerner, 1986).

## **2.6 Keaslian Penelitian**

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Violetta Gabriella Margaretha Pangemanan yaitu mengenai Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Felleius

(Studi Kasus: Kawasan Citraland). Sedangkan penelitian ini mengenai Analisis Stabilitas Lereng Berdasarkan Data *Standard Penetration Test* (SPT) STA 1+950 (Studi Kasus: Proyek Kawasan Tana Mori) dimana pada lokasi tersebut belum pernah di teliti sebelumnya. Pemilihan penggunaan rumus untuk menghitung faktor keamanan lereng juga memiliki perbedaan. Persamaan dari penelitian ini adalah menganalisis faktor keamanan pada lereng.

**Tabel 1.1** Penelitian Terdahulu

<b>No</b>	<b>Peneliti</b>	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Tujuan Penelitian</b>	<b>Metode Penelitian</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
1	Gabriella Violetta	Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus:Kawasan Citraland)	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kestabilan lereng berdasarkan perhitungan faktor keamanan dengan metode Fellenius, grafik hubungan FK & c, $\phi$ , $\gamma$ ; FK & NS; FK & $\alpha$ serta mencari solusi yang tepat untuk mengatasi bahaya kelongsoran	Metode pengambilan data diperoleh dari data laboratorium mekanika tanah Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.	Hasil dari penelitian ini adalah nilai faktor keamanan yang diperoleh sebesar 0,193 yang menunjukkan nilai tersebut dalam kondisi tidak stabil.
2	Aprianti Emilda	Perbandingan Analisis Stabilitas Lereng Dengan Menggunakan Metode Fellenius Dan Bishop (Studi Kasus:Pemenang STA 2+600- 2+800)	Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perbandingan kestabilan lereng dengan menggunakan metode fellenius dan metode bishop.	Metode pengambilan sampel tanah diperoleh dari data laboratorium di daerah pusuk kecamatan pemenang kabupaten Lombok utara.	Hasil dari analisis perhitungan dengan menggunakan metode Fellenius dan Bishop pada data tanah Pemenang, metode Fellenius menghasilkan faktor keamanan yang lebih kecil dan aman di bandingkan dengan metode Bishop.Faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng adalah berupa kemiringan, semakin besar nilai sudut kemiringan lereng maka

					semakin kecil nilai faktor keamanan, itu artinya semakin curam lereng maka kondisinya semakin tidak aman. Sedangkan semakin tinggi nilai kuat geser dalam tanah maka lereng akan mendekati nilai faktor keamanan, nilai Faktor keamanan lereng $F > 1.5$ menunjukkan lereng stabil.
3	Graha Pandu	Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil (Studi Kasus:Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung-Cilincing Seksi 2 STA 6+475)	Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kondisi awal lereng timbunan sebelum menggunakan perkuatan geotekstil dan menganalisis faktor keamanan ( <i>safety factor</i> ) lereng timbunan setelah diberi perkuatan geotekstil.	Metode pengambilan data diperoleh dari data sekunder pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung-Cilincing Seksi 2 STA 6+475	Hasil yang diperoleh pada penelitian ini yaitu Didapatkan nilai FK lereng tanpa beban gempa dengan perhitungan manual (metode Bishop) $> 1,25$ (Bowles, 1993) yakni 1,44, sehingga lereng dalam kondisi stabil. Jika perhitungan ditambah dengan adanya pengaruh beban gempa ( $K_h = 0,18$ ), didapatkan nilai FK sebesar 0,93 yang berarti lereng berada dalam kondisi yang labil.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian mengenai Analisis Stabilitas Tanah Lereng Berdasarkan Data SPT dilakukan pada proyek Pengembangan dan Pembangunan MICE, Infrastruktur Kawasan Tana Mori yang lebih tepatnya terletak di Desa Golo Mori, Kecamatan Komodo, Kabupaten Manggarai Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Adapun kondisi lereng yang dijadikan objek penelitian dapat dilihat pada **gambar 3.1** di bawah ini.



**Gambar 3.1** Kondisi Lereng

#### 3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif yang mana metode ini menurut Sugiyono (2019:17) merupakan metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif atau statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Metode penelitian juga merupakan langkah-langkah yang diambil oleh peneliti secara ilmiah dalam mengumpulkan data atau informasi untuk diolah dan dianalisis. Metode perhitungan yang digunakan adalah metode fellenius dan metode janbu, dimana akan dilakukan perbandingan hasil angka faktor keamanan yang diperoleh dari kedua metode ini.

#### 3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian mengenai Analisis Stabilitas Lereng Berdasarkan Data SPT, antara lain sebagai berikut:

1. Perhitungan faktor keamanan lereng.
2. Lereng.

### 3.4 Studi Literatur

Teori dan penelitian yang berkaitan dengan permasalahan yang ditinjau. Pada penelitian dilakukan pengumpulan data pustaka, mengolah bahan penelitian serta membaca dan mencatat kajian pustaka yang berkaitan dengan terhadap buku-buku, jurnal dan sumber ilmiah lainnya.

### 3.5 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian mengenai Analisis Stabilitas Tanah Lereng Berdasarkan Data SPT menggunakan data sekunder. Data sekunder yang digunakan pada penelitian mengenai Analisis Stabilitas Tanah Lereng Berdasarkan Data SPT diperoleh dari data sekunder proyek Pengembangan dan Pembangunan MICE, Infrastruktur Kawasan Tana Mori dan melakukan studi literatur jurnal yang terkait dengan penelitian yang dilakukan. Data sekunder yang diperoleh, antara lain sebagai berikut:

1. Data *Standard Penetration Test* (SPT)
2. Data parameter tanah

Data parameter tanah diperoleh dari hasil laporan *factual* penyelidikan tanah yang dilakukan oleh CV. Chrisvic geotek. Data parameter tanah yang diperoleh dapat dilihat pada **Tabel 3.1** dibawah ini.

**Tabel 3.1** Data parameter tanah hasil uji laboratorium

No	Jenis pemeriksaan	Simbol	Tanah 1 0,0m - 2,0m	Tanah 2 2,0m - 15,0m	Satuan
1	Berat jenis		2,46	2,53	
2	Kadar air	w	15,46	-	%
3	Berat isi	$\gamma$	1,32	1,15	g/cm <sup>3</sup>
4	Kohesi	c	10,25	9,97	kN/m <sup>2</sup>
5	Sudut geser	$\phi$	6,26	5,92	°

(Sumber: CV. Chrisvic Geotek, 2022)

3. Data Geotekstil

Data geotekstil yang diperoleh adalah spesifikasi *geomat* yang digunakan yang berasal dari perusahaan PT. Geolexa Acuan Sejahtera. Adapun spesifikasi *geomat* dapat dilihat pada **Tabel 3.2** dibawah ini.

**Tabel 3.2** Spesifikasi *geomat erosion control*

	<b>Geomat Erosion control</b>	<b>Unit</b>
Kuat Tarik	$\geq 50$	kN/m <sup>2</sup>
Berat	$\geq 2700$	g/m <sup>3</sup>
Ketebalan	$\geq 25$	mm
Bahan Dasar	<i>High density polyethylene</i>	
Lebar	2	m
Panjang	25-50	m

(Sumber: PT. Geolexa Acuan Sejahtera, 2022)

### 3.6 Rencana Bagan Alir Penelitian

Terdapat beberapa proses yang direncanakan untuk melakukan penelitian mengenai Analisis Stabilitas Tanah Lereng Berdasarkan Data SPT agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan. Tahapan penelitian adalah langkah-langkah umum yang dilakukan peneliti dalam proses penelitian agar penelitian lebih terarah. Tahapan dalam menyelesaikan tugas akhir, diantaranya yaitu:

1. Mulai

Pada tahapan mulai ini dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan yang dapat diangkat menjadi judul tugas akhir sesuai dengan permasalahan yang ada pada proyek Pengembangan dan Pembangunan MICE, Infrastruktur Kawasan Tana Mori.

2. Studi Literatur

Studi literatur atau kajian pustaka yang dikaji dari buku-buku dan jurnal terdahulu, dengan mengangkat topik permasalahan yang hampir sama yang digunakan sebagai acuan untuk membuat tugas akhir.

3. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan tahap penulis mengumpulkan data yang akan digunakan untuk menganalisis stabilitas lereng. Data yang digunakan dalam penelitian berupa data sekunder. Data SPT dikorelasikan sehingga mendapatkan indeks properties tanah dan parameter geser tanah.

4. Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya dilakukan tahap analisa data, yaitu menghitung faktor keamanan lereng menggunakan metode fellenius dan janbu. Data yang diolah pada perhitungan merupakan data kohesi ( $c$ ), sudut geser ( $\phi$ ), berat isi ( $\gamma$ ) dan kadar air tanah ( $w$ ) untuk mendapatkan faktor keamanan lereng.

5. Hasil dan Analisis

Membahas hasil-hasil yang telah diperoleh dan hasil yang diharapkan yaitu lereng memiliki faktor keamanan yang sesuai dengan standar keamanan sehingga tidak terjadi kelongsoran.

6. Kesimpulan dan Saran

Membuat kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta memberikan saran untuk pembaca terkait analisis stabilitas lereng. Adapun tahapan pelaksanaan penelitian, dapat dilihat pada bagan alir pada **Lampiran**

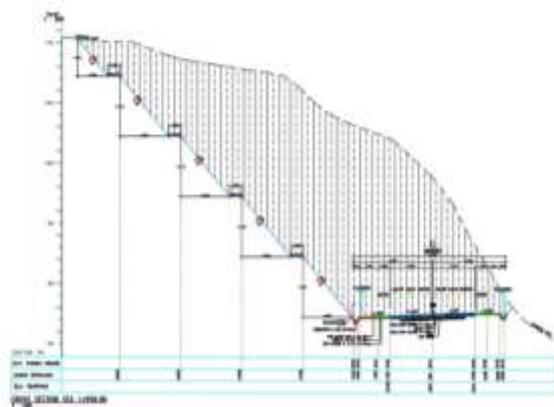
**1.**

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Deskripsi Lereng Proyek Kawasan Tana Mori

Lereng merupakan suatu permukaan tanah yang membentuk suatu sudut tertentu terhadap bidang horizontal sehingga menimbulkan sebuah kemiringan. Lereng yang digunakan dalam penelitian ini merupakan lereng yang berada pada STA 1+950 proyek Kawasan Tana Mori. Pelaksanaan pembangunan infrastruktur jalan yang dilaksanakan pada proyek ini dilakukan pemotongan lereng untuk mencapai elevasi pembangunan jalan yang di harapkan. Akibat dari pekerjaan pemotongan lereng tersebut kestabilan tanah lereng dapat terganggu dan mengakibatkan permasalahan kelongsoran pada lereng.

Pada pembangunan infrastruktur proyek Kawasan Tana Mori diperoleh deskripsi kondisi geologi melalui pekerjaan penyidikan tanah meliputi pekerjaan lapangan dan laboratorium dengan melaksanakan pengujian *Standar Penetration Test (SPT)*. Data tersebut akan digunakan sebagai penunjang stabilitas lereng. Berikut merupakan gambar potongan melintang pada lereng STA 1+950.



**Gambar 4.1** Cross section lereng

### 4.2 Analisis Stabilitas Lereng Berdasarkan Data SPT

Perhitungan analisis stabilitas lereng menggunakan data tanah BH-5/1+950. Nilai N-SPT diperoleh dari hasil pengujian di lapangan pada saat pengeboran dilakukan. Berat *hammer* yang digunakan sebagai penetrasi atau pukulan adalah 63,5 kg yang dijatuhkan dari ketinggian 75 cm. Nilai SPT diperoleh dengan menjumlahkan nilai pukulan kedua dan ketiga, yaitu  $N_2 + N_3$ . Nilai  $N_1$  tidak diperhitungkan karena dianggap kotor akibat pengeboran. Selain itu juga dilakukan pengambilan sampel tanah yang akan digunakan untuk uji laboratorium karakteristik tanah. Uji SPT pada titik BH-5/1+950 memiliki kedalaman 15 meter. Berikut merupakan tabel nilai NSPT dan deskripsi lapisan tanah pada **Tabel 4.1**

**Tabel 4.1** NSPT dan deskripsi pada BH-5/1+950

Kedalaman (m)	NSPT	Deskripsi
0,0	0	Tanah warna hitam, cokelat
2,0	40	
4,0	83	
6,0	87	Tanah, batuan gamping padat sangat keras, merah
8,0	60	
10,0	60	
12,0	60	
15,0	60	

(Sumber: CV. Chrisvic Geotek)

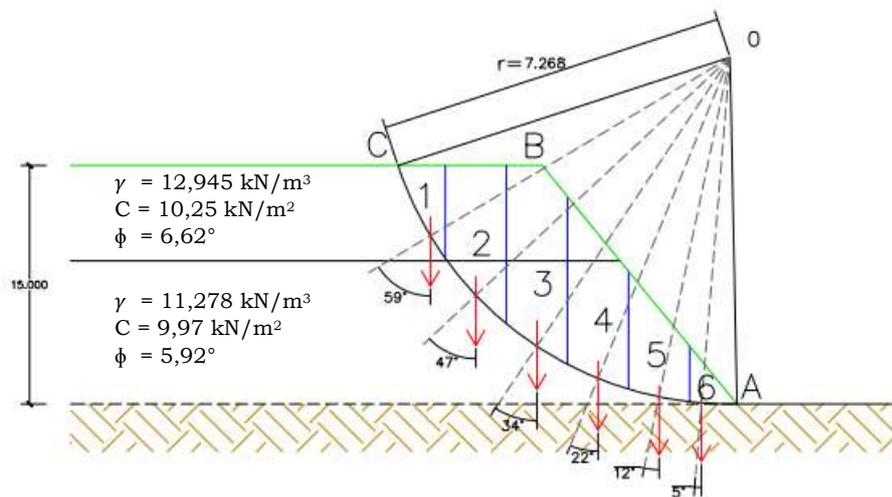
### 4.3 Analisis dan Pembahasan Lereng Sebelum Perkuatan Geotekstil

Analisa lereng dilakukan untuk memperoleh faktor keamanan dari lereng. Adapun perhitungan faktor keamanan lereng pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data parameter tanah hasil uji *Standard Penetration Test* (SPT) pada titik STA 1+950 yang dihitung dengan metode fellenius dan metode janbu yang dijabarkan sebagai berikut:

#### 4.3.1 Metode Fellenius

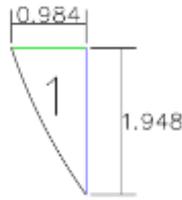
Perhitungan menggunakan metode fellenius dapat dijabarkan, antara lain sebagai berikut:

1. Mengasumsikan bidang longsoran lereng dan membuat irisan longsoran lereng. Berikut merupakan gambar asumsi longsoran lereng beserta irisannya.



**Gambar 4.2** Asumsi irisan lereng

2. Menghitung berat dari masing – masing irisan ( $W_i$ )  
Berikut ini merupakan salah satu contoh untuk menghitung irisan perkolom, dengan mengambil contoh irisan no 1:



**Gambar 4.3** Irisan lereng No. 1

- a. Sebelum menghitung berat irisan Langkah yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah menghitung luas dari irisan yang akan dihitung. Untuk irisan no.1 memiliki bentuk segitiga, sehingga untuk menghitung luas menggunakan rumus luas segitiga.

$$\begin{aligned} \text{Luas irisan 1} &= \frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi} \\ &= \frac{1}{2} \times 0,984 \times 1,948 \\ &= 0,958 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- b. Berat volume tanah diambil berdasarkan jenis tanah dari lapisan. untuk berat volume tanah yang digunakan yaitu berat volume pada lapisan 1 karena posisi irisan 1 berada pada tanah lapisan 1.
- c. Selanjutnya menghitung berat irisan no.1 dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

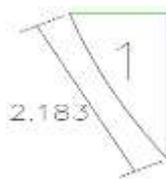
$$\begin{aligned} W_i &= \text{Luas irisan} \times \text{berat volume tanah 1 } (\gamma) \\ &= 0,958 \text{ m}^2 \times 12,945 \text{ kN/m}^3 \\ &= 12,407 \text{ kN} \end{aligned}$$

3. Kemudian untuk menentukan sudut dari pusat irisan ke titik berat ( $\alpha_n$ ) dapat dilihat pada **Gambar 4.2**, dimana diperoleh hasil pengukuran sudut sebesar  $59^\circ$  dengan bantuan AutoCAD atau bisa juga dilakukan secara manual dengan menggunakan busur.

4. Setelah memperoleh nilai  $W_i$  dan  $\alpha_n$  langkah berikutnya menghitung nilai  $W_i \cos \alpha_n$  dan  $W_i \sin \alpha_n$  yang dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W_i \cos \alpha_n &= 12,407 \text{ kN} \times \text{Cos } (59^\circ) = 6,390 \text{ kN} \\ W_i \sin \alpha_n &= 12,407 \text{ kN} \times \text{Sin } (59^\circ) = 10,635 \text{ kN} \end{aligned}$$

5. Menghitung panjang masing – masing irisan ( $\Delta L_n$ ) dengan bantuan AutoCAD, dimana untuk irisan 1 diperoleh nilai  $\Delta L_n$  sebesar 2,183.



**Gambar 4.4** Panjang irisan No.1

Lakukan Langkah 2 s/d 4 untuk menghitung irisan-irisan berikutnya. Dibawah ini merupakan tabel hasil dari perhitungan tiap irisan.

**Tabel 4.2** Hasil perhitungan masing-masing irisan

Irisan No	Wi (kN)	an (°)	ΔLn (m)	Wi cos an (kN)	Wi sin an (kN)
1	12,407	59	2,183	6,390	10,635
2	39,661	47	1,868	27,049	29,007
3	49,177	34	1,528	40,770	27,499
4	46,076	22	1,373	42,721	17,260
5	26,068	12	1,304	25,498	5,420
6	6,481	5	0,979	6,383	0,565
Jumlah (Σ)			9,235	148,810	90,385

- Karena lereng terdiri dari 2 lapisan tanah, maka nilai kohesi (c) dan (φ) yang digunakan adalah nilai rata-rata lapisan 1 dan lapisan 2.
- Setelah memperoleh semua nilai-nilai yang digunakan dalam perhitungan, langkah selanjutnya adalah menghitung faktor keamanan lereng dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.5)

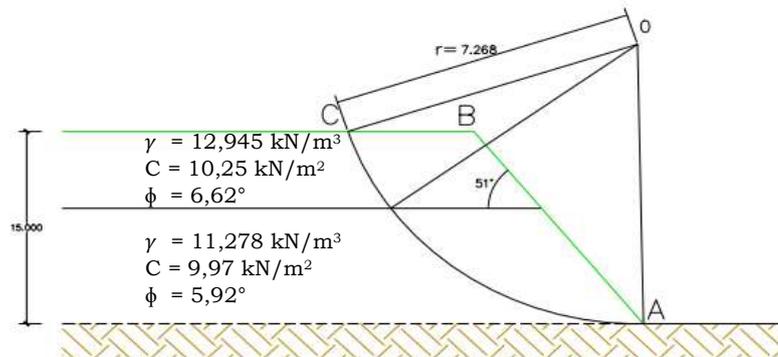
$$\begin{aligned}
 SF &= \frac{\Sigma C \Delta L_n + (W_i \cos a_n \times \text{tg} \theta \text{ rata-rata})}{W_i \sin a_n} \\
 &= \frac{(10,11 \times 9,235) + (148,810 \times \tan(6,27))}{90,385} \\
 &= 1,011 < 1,5 \text{ (**Tidak Aman**)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode fellenius diperoleh nilai faktor keamanan (SF) sebesar 1,011 dimana lereng tersebut berada dalam kondisi tidak aman karena faktor keamanan yang dihasilkan kurang dari 1,5.

#### 4.3.2 Metode Janbu

Perhitungan faktor keamanan lereng menggunakan metode janbu dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Mengasumsikan bidang gelincir lereng



**Gambar 4.5** Asumsi irisan lereng

Berdasarkan gambar asumsi lereng diatas maka jenis longsor pada lereng termasuk kedalam jenis longsor *Base circle*, dimana longsor tanah mengenai lapisan tanah lainnya.

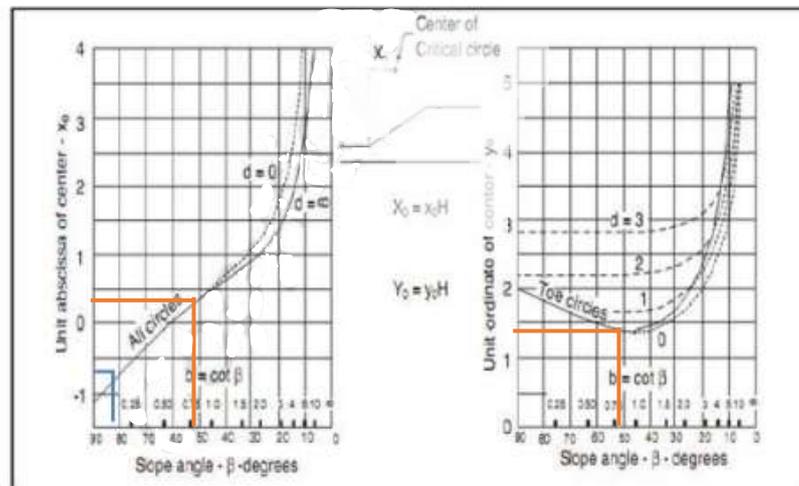
- Menghitung nilai  $X_0$  dan  $Y_0$  (titik pusat lingkaran gelincir)

Menentukan  $d$  dan  $\frac{Hw}{H}$

$$d = \frac{D}{H} = \frac{2}{15} = 0,133$$

$$\frac{Hw}{H} = \frac{0}{15} = 0$$

Nilai  $X_0$  dan  $Y_0$  diperoleh dengan menggunakan chart janbu di bawah ini



Diperoleh nilai

$$x_0 = 0,4$$

$$y_0 = 1,3$$

Maka,

$$X_0 = H \times x_0 = 15 \text{ m} \times 0,4 = 6 \text{ m}$$

$$Y_0 = H \times y_0 = 15 \text{ m} \times 1,3 = 19,5 \text{ m}$$

- Menghitung nilai  $C_{avg}$  dengan menggunakan sudut longsor dikalikan dengan kohesi.

$$C_{avg} = \frac{\sum \delta i c_i}{\sum \delta i} = \frac{(6,62 \times 10,25) + (5,92 \times 9,97)}{(6,62 + 5,92)} = 82,691 \text{ kN/m}^2$$

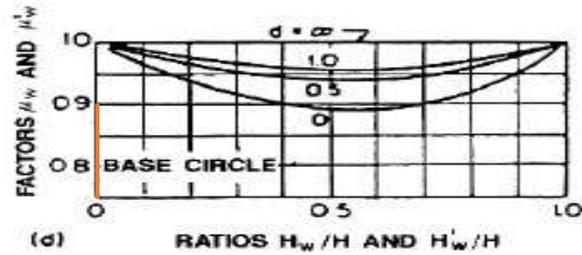
- Menghitung nilai  $\mu_w$

Nilai  $\mu_w$  diperoleh dari membaca chart janbu dengan memasukkan nilai  $d$  dan

$$\frac{Hw}{h}$$

$$d = 0,133$$

$$\frac{Hw}{h} = 0$$



$$\mu_w = 0,9$$

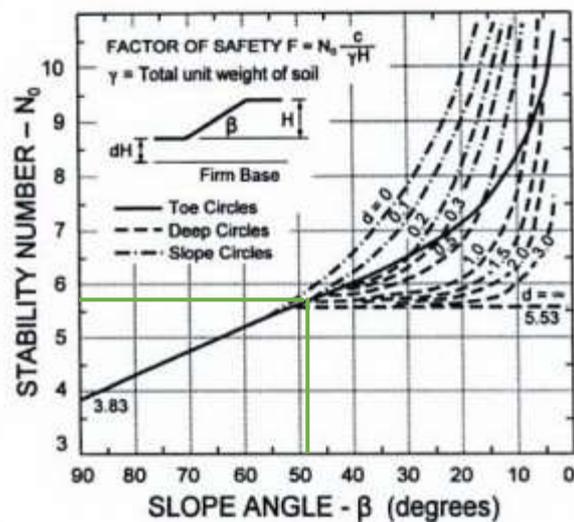
5. Menghitung  $\gamma_{avg}$  dengan menggunakan nilai  $\gamma_i$  dan  $h_i$

$$\begin{aligned} \gamma_{avg} &= \frac{\sum \gamma_i h_i}{\sum h_i} = \frac{(12,945 \times 2) + (11,278 \times 13)}{15} \\ &= 35,664 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

6. Menghitung nilai

$$\begin{aligned} Pd &= \frac{\gamma H + q - \gamma_w H_w}{\mu q \mu_w \mu_t} \\ &= \frac{(35,664 \times 15 + 0) - (62,4 \times 0)}{(1 \times 0,9 \times 1)} \\ &= 594,4 \end{aligned}$$

7. Mencari nilai stabilitas number ( $N_0$ ) dengan chart janbu diperoleh nilai Diketahui  $d = 0,133$  dan  $\beta = 51^\circ$ , maka diperoleh nilai angka stabilitas sebesar 5,6



8. Menghitung nilai faktor keamanan dengan cara mengalikan nilai angka stabilitas ( $N_0$ ) dengan kohesi dan dibagi nilai  $Pd$

$$\begin{aligned} SF &= \frac{N_0 \times c}{Pd} \\ &= \frac{(5,7 \times 82,691)}{594,4} \\ &= 0,793 < 1,5 \text{ (Tidak Aman)} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode janbu diperoleh nilai faktor keamanan (SF) sebesar 0,793 dimana lereng tersebut berada dalam

kondisi tidak stabil karena faktor keamanan yang dihasilkan kurang dari 1,5. Lereng yang tidak stabil mengakibatkan terjadinya kelongsoran. Karena lereng tidak aman terhadap kelongsoran maka perlu adanya perkuatan tambahan untuk memperkuat lereng. Perkuatan lereng dapat dilakukan dengan penggunaan geotekstil, *retaining wall* dan sebagainya.

#### 4.4 Analisis dan Pembahasan Lereng Menggunakan Perkuatan Geotekstil

Setelah mengetahui hasil analisis lereng tanpa perkuatan dan lereng berada dalam kondisi tidak aman, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis stabilitas lereng dengan perkuatan. Pada dasarnya lereng yang memerlukan perkuatan adalah lereng yang tidak memenuhi syarat angka aman. Perencanaan lereng pada proyek Kawasan tana mori menggunakan geotekstil jenis *geomat erosion control* yaitu termasuk ke jenis *geomat anyam (woven geotextile)*. Lereng harus stabil terhadap gaya-gaya yang bekerja pada *geomat*. Dalam melakukan analisis menggunakan perkuatan *geomat*, lapisan perkuatan dibagi menjadi 9 lapisan dengan jarak antar lapisan 1 m.

##### 4.4.1 Stabilitas Internal

Salah satu cara untuk menganalisis lereng dengan perkuatan geotekstil ditinjau dari stabilitas internal, dimana hal ini digunakan untuk menentukan panjang geotekstil yang dibutuhkan serta mengetahui faktor keamanannya. Adapun data yang diperlukan untuk perhitungan stabilitas internal menggunakan data *geomat* yang diperoleh dari perusahaan PT. Geolexa Acuan Sejahtera pada **tabel 3.2**. Berikut merupakan contoh perhitungan lapisan 1 yang dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Panjang } \textit{geomat} &= 25 \text{ m} \\ \text{Jarak vertikal antar } \textit{geomat} \text{ (Sv)} &= 1 \text{ m} \\ \text{Kuat tarik ijin} &= 50 \text{ kN/m} \\ \text{Tinggi lereng} &= 15 \text{ m} \end{aligned}$$

Lapisan perkuatan 1

$$Z_1 = 1 \text{ m}, \quad \beta = \tan 51^\circ = 1,235$$

$$\begin{aligned} \sigma_{v1} &= \gamma \times Z_1 \\ &= 12,112 \times 1 \\ &= 12,112 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_R &= \frac{H - Z_1}{\tan(45 + \frac{\phi}{2})} \\ &= \frac{15 - 1}{\tan(45 + \frac{6,27}{2})} \\ &= 8,771 \text{ m} \end{aligned}$$

$$L_C = \frac{1}{\beta} \times \frac{T_{all}}{2(c + \sigma_{v1} \cdot \tan \phi)}$$

$$= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{2(10,11+12,112 \cdot \tan 6,27)}$$

$$= 2,035 \text{ m}$$

$$L_{\text{tot}} = L_R + L_C$$

$$= 8,771 + 2,035$$

$$= 10,896$$

Setelah memperoleh nilai panjang total *geomat* yang dibutuhkan langkah selanjutnya menghitung panjang *overlapping* (lipatan) *geomat*, yang dijabarkan sebagai berikut:

$$L_0 = \frac{1}{\beta} \times \frac{T_{all}}{4(c+\sigma v \cdot \tan \phi)} \geq 1 \text{ m}$$

$$= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{4(10,11+12,112 \cdot \tan 6,27)}$$

$$= 1,017 \geq 1 \text{ m (dipakai 1 m)}$$

**Tabel 4.3** Rekapitulasi perhitungan stabilitas internal tiap lapisan

NO Z	$\gamma$ rata-rata	$\sigma v$	$L_R$	$L_C$	$L_{\text{tot}}$	$L_0$
1	12,112	12,112	8,771	2,035	10,806	1,017
2	12,112	24,224	8,145	2,068	10,212	1,034
3	12,112	36,336	7,518	2,102	9,620	1,051
4	12,112	48,448	6,892	2,137	9,029	1,069
5	12,112	60,560	6,265	2,174	8,439	1,087
6	12,112	72,672	5,639	2,212	7,851	1,106
7	12,112	84,784	5,012	2,251	7,263	1,126
8	12,112	96,896	4,386	2,292	6,678	1,146
9	12,112	109,008	3,759	2,334	6,093	1,167
Jumlah ( $\Sigma$ )		545,04	-	-	75,992	9,803

$$SF = \frac{\Sigma \sigma v}{\Sigma L_{\text{tot}}}$$

$$= \frac{545,04}{75,992}$$

$$= 7,172 > 1,5 \text{ (Aman)}$$

#### 4.4.2 Stabilitas Terhadap Kelongsoran

Angka keamanan lereng dengan perkuatan *geomat* diperoleh dengan menambahkan hasil analisis stabilitas lereng tanpa perkuatan dengan tahanan momen perkuatan. Angka keamanan tanpa perkuatan yang digunakan merupakan hasil perhitungan dari metode fellenius dan janbu. Perhitungan analisis dengan *geomat* diperoleh dengan mengalikan nilai kuat tarik ijin *geomat* (*Tall*) dengan nilai jarak perkuatan ke pusat lingkaran ( $y_i$ ). Tinjauan analisis dilakukan pada 9 lapisan perkuatan, dimana setiap lapisan memiliki jarak 1 m. Adapun penyelesaiannya dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Angka keamanan tanpa perkuatan ( $SF_u$ ) metode fellenius dan metode janbu

$$SF_u \text{ metode fellenius} = 1,011$$

$$SF_u \text{ metode janbu} = 0,793$$

$$\begin{aligned} \text{Jari-jari kelongsoran (R)} &= 7,268 \text{ m} \\ \text{Kuat tarik ijin } geomat \text{ (Tall)} &= 50 \text{ kN/m} \\ \text{Jarak perkuatan ke pusat lingkaran (yi)} &= 3,502 \text{ m} \\ \text{Wi sin } \alpha &= 90,385 \end{aligned}$$

Lapisan perkuatan 1

$$T_i = 50 \text{ kN}$$

$$y_i = 3,502 \text{ m}$$

Maka,

$$\begin{aligned} T_i \cdot y_i &= 50 \times 3,502 \\ &= 175,1 \end{aligned}$$

**Tabel 4.4** Perhitungan tahanan momen dengan perkuatan *geomat*

No Z	Ti (kN)	yi (m)	Ti.yi (kNm)
1	50	3,502	175,1
2	50	4,502	225,1
3	50	5,502	275,1
4	50	6,502	325,1
5	50	7,502	375,1
6	50	8,502	425,1
7	50	9,502	475,1
8	50	10,502	525,1
9	50	11,502	575,1
Jumlah ( $\Sigma$ )			3375,9

$$\begin{aligned} \text{SF fellenius} &= SF_u + \frac{\Sigma T_i y_i}{\Sigma (W_i \sin \alpha) R} \\ &= 1,011 + \frac{3375,9}{90,385 \times 7,268} \\ &= 6,150 > 1,5 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SF janbu} &= SF_u + \frac{\Sigma T_i y_i}{\Sigma (W_i \sin \alpha) R} \\ &= 0,793 + \frac{3375,9}{90,385 \times 7,268} \\ &= 5,932 > 1,5 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

#### 4.5 Pembahasan

Analisis stabilitas lereng digunakan untuk memperoleh nilai angka aman terhadap longsor. Analisis yang dilakukan menggunakan metode fellenius dan metode janbu tanpa perkuatan maupun dengan perkuatan *geomat*. Hasil perhitungan menggunakan metode fellenius memperoleh faktor keamanan sebesar 1,011, sedangkan perhitungan menggunakan metode janbu memperoleh faktor keamanan sebesar 0,793. Berdasarkan perhitungan yang diperoleh dari metode fellenius dan metode janbu angka keamanan yang dihasilkan kecil dari 1,5 sehingga lereng berada dalam kondisi tidak aman. Karena lereng tidak aman terhadap kelongsoran maka perlu adanya perkuatan tambahan untuk memperkuat lereng dengan menggunakan geotekstil dengan jenis *geomat erosion control*.

Setelah mengetahui hasil perhitungan tanpa perkuatan, selanjutnya melakukan analisis stabilitas lereng dengan perkuatan tambahan *geomat*. Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dijabarkan pada poin 2.5 tentang perkuatan dengan *geomat* diketahui bahwa *geomat* sangat berpengaruh terhadap kestabilan lereng. Penggunaan *geomat* mengakibatkan meningkatnya angka keamanan lereng karena kuat tarik ijin *geomat* mampu menstabilkan tanah. Parameter pendukung perhitungan yaitu kemiringan lereng, panjang geotekstil dan jarak vertikal antar *geomat* ( $S_v$ ) dari hasil analisis lereng tanpa menggunakan perkuatan tambahan. Adapun analisis stabilitas lereng dengan perkuatan *geomat* ditinjau berdasarkan 2 kondisi, yaitu stabilitas internal dan stabilitas terhadap kelongsoran.

Analisis stabilitas internal meninjau nilai angka keamanan lereng dari bentuk bidang longsor dengan kemiringan kelongsoran dengan 9 lapisan perkuatan. Dari analisis stabilitas internal diperoleh lebar total dan nilai lipatan dari *geomat* yang digunakan serta nilai angka aman lereng. Lereng ditinjau berdasarkan stabilitas internal diperoleh nilai faktor keamanan sebesar 7,172. Oleh karena itu, lereng berada dalam kondisi stabil karena nilai angka keamanan lebih besar dari standar angka keamanan lereng yaitu lebih besar dari 1,5.

Analisis stabilitas terhadap kelongsoran lereng dilakukan dengan tinjauan lereng dengan pembagian 9 lapisan perkuatan. Nilai faktor keamanan (SF) dipengaruhi oleh kemiringan lereng, panjang *geomat* yang digunakan dan jarak vertikal antar *geomat* ( $S_v$ ). Analisis perhitungan yang dilakukan yaitu menghitung manual nilai faktor keamanan menggunakan nilai faktor keamanan sebelum menggunakan perkuatan tambahan. Sebelum menggunakan perkuatan nilai faktor keamanan menggunakan metode fellenius diperoleh sebesar 1,011 dan metode janbu sebesar 0,793 sedangkan setelah menggunakan perkuatan tambahan *geomat* diperoleh nilai faktor keamanan pada metode fellenius sebesar 6,150 dan metode janbu 5,932. Berikut merupakan rekapitulasi hasil analisis angka keamanan lereng yang dapat dilihat pada **tabel 4.5** dibawah ini.

**Tabel 4.5** Rekapitulasi hasil angka keamanan lereng

ANALISIS	KONDISI	ANGKA KEAMANAN (SF)	KETERANGAN
Metode fellenius	Tanpa perkuatan	1,011	Tidak aman
	dengan perkuatan	6,150	Stabil
Metode janbu	Tanpa perkuatan	0,793	Tidak aman
	dengan perkuatan	5,932	Stabil

Berdasarkan analisis yang ditinjau dari stabilitas internal dan stabilitas terhadap kelongsoran, lereng mengalami peningkatan nilai angka keamanan setelah menggunakan perkuatan tambahan menggunakan geotekstil dengan jenis *geomat erosion control*. Nilai angka keamanan yang diperoleh melebihi nilai

standar keamanan lereng yaitu lebih besar dari 1,5 sehingga lereng berada dalam kondisi stabil terhadap kelongsoran.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis stabilitas lereng berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) diperoleh beberapa kesimpulan yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Lereng berada dalam kondisi tidak aman karena memiliki faktor keamanan kurang dari 1,5. Faktor keamanan lereng yang dihasilkan sebelum menggunakan perkuatan, yaitu:
  - a. Perhitungan menggunakan metode fellenius diperoleh nilai faktor keamanan sebesar 1,011.
  - b. Perhitungan menggunakan metode janbu diperoleh nilai faktor keamanan sebesar 0,793.
2. Setelah lereng diperkuat menggunakan geotekstil dengan jenis *geomat erosion control* lereng mengalami peningkatan faktor keamanan, yaitu:
  - a. Hasil analisis stabilitas internal lereng memiliki faktor keamanan lebih dari 1,5, yaitu pada stabilitas internal diperoleh faktor keamanan sebesar 7,172 sehingga lereng dikatakan stabil.
  - b. Hasil analisis stabilitas terhadap kelongsoran menggunakan metode fellenius diperoleh nilai faktor keamanan lereng sebesar 6,150 sehingga lereng dikatakan stabil.
  - c. Hasil analisis stabilitas terhadap kelongsoran menggunakan metode janbu diperoleh faktor keamanan sebesar 5,932 sehingga lereng dikatakan stabil karena memiliki nilai faktor keamanan lereng yang lebih dari 1,5.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya. Adapun saran yang dapat diberikan dapat dijabarkan, antara lain sebagai berikut:

1. Permodelan lereng selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan *software* geoteknik seperti *geoslope*, *miraslope* dan sebagainya.
2. Menggunakan jenis perkuatan yang lainnya, misalnya dinding penahan tanah (*retaining wall*) dan *gabion walls*.
3. Perkuatan lereng dapat menggunakan jenis geotekstil yang lainnya.

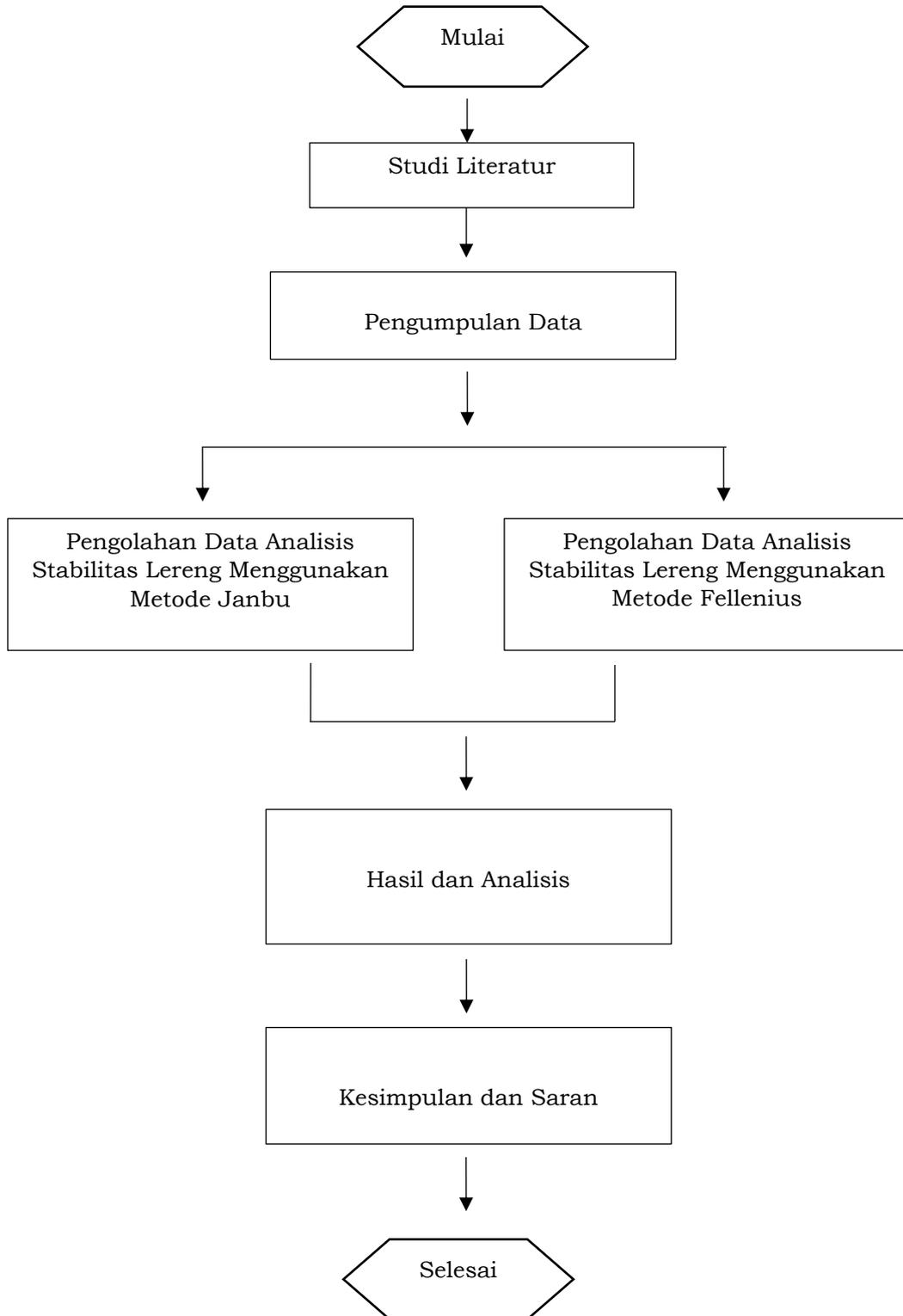
## DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad R. Fatria, "Analisis Perhitungan Stabilitas Lereng Dengan Metode Fellenius (*Ordinary Method Of Slice*) Menggunakan Program Php (*Profesional Home Page Hypertext Preprocessor*)", Lampung, 2016.
- Das, Braja. M. 1988. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I, Jakarta: Erlangga.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1987). Petunjuk Perencanaan Penganggulangan Longsoran, SKBI – 2.3.06., Yayasan Badan Penerbit PU.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2009. Pedoman Perkuatan Tanah Dengan Geosintetik. Dep. PU Direktorat Jendral Bina Marga.
- Famungkas, F. dkk. 2016. Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Software Geoslope. Tugas Akhir. Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur.
- Fareka, M. A., Sutarto, N. R., Pamungkas, T.D. 2020. Analisis Stabilitas Lereng Pada Pelapukan Batuan Vulkanik Dicikalongwetan Kabupaten Bandung Barat, Jurnal Geografi Gea, Vol. 20, 26-38.
- Hardiyatmo, H.C. 2012, Penanganan Tanah Longsor dan Erosi. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hayumi, Liana. 2021. Analisis Stabilitas Timbunan Pada Badan Jalan Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program Plaxis (*Analysys Of Road Embankment Stability With Geotextile Using Plaxis Program*) (Studi Kasus: Jalan Tol Padang-Pekanbaru Seksi I). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. (Penelitian).
- Korach, T. dan Sarajar, A.N. 2014. Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Janbu (Studi Kasus: Kawasan Citraland). Jurnal Sipil Statik. Vol. 2/No. 1, (22-28) ISSN: 2337-6732, Januari 2014.
- Pratama dkk. 20
- Ramadhan, A. F. 2021. Evaluasi Kelongsoran Dan Alternatif Perkuatan Menggunakan Geotekstil Dengan Program Geoslope (Studi Kasus: Kelongsoran Tol Cipali KM 122 Jalur B). Politeknik Negeri Jakarta. Depok. (Penelitian).
- Sarwono. 2003. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademik Pressindo. Jakarta.

- Sukmono, Anjar. 2016. Analisa Stabilitas Lereng Jalan Tol Semarang – Bawen. Tugas Akhir. FT, Teknik Sipil, Univeristas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Sosrodarsono, Suyono. (2000). Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, PT. Pradnya Paramita: Jakarta.
- Wesley, L. D., Pranyoto, S., 2010. Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan & Residu, Andi, Yogyakarta.

**Lampiran 1**

Bagan Alir Penelitian

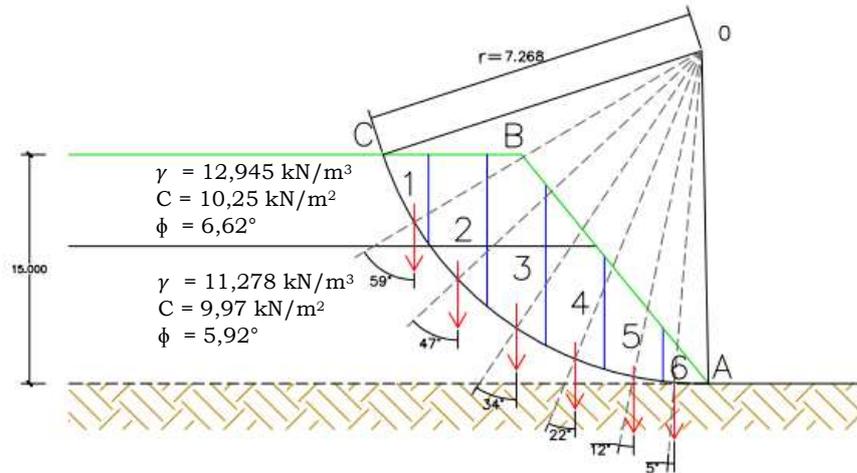


## Lampiran 2

### Perhitungan Metode Fellenius

Perhitungan menggunakan metode fellenius dapat dijabarkan, antara lain sebagai berikut:

1. Mengasumsikan bidang longsoran lereng dan membuat irisan longsoran lereng. Berikut merupakan gambar asumsi longsoran lereng beserta irisannya.



2. Menghitung berat dari masing – masing irisan (Wi)
  - a. Sebelum menghitung berat irisan Langkah yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah menghitung luas dari irisan yang akan dihitung.

$$\begin{aligned} \text{Luas irisan 1 (segitiga)} &= \frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi} \\ &= \frac{1}{2} \times 0,984 \times 1,948 \\ &= 0,958 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas irisan 2 (trapesium)} &= \frac{1}{2} \times (a + b) \times t \\ &= \frac{1}{2} \times (1,948 + 3,209) \times 1,270 \\ &= 3,275 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas irisan 3 (trapesium)} &= \frac{1}{2} \times (a + b) \times t \\ &= \frac{1}{2} \times (3,209 + 3,519) \times 1,270 \\ &= 4,060 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas irisan 4 (trapesium)} &= \frac{1}{2} \times (a + b) \times t \\ &= \frac{1}{2} \times (3,519 + 2,472) \times 1,207 \\ &= 3,804 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas irisan 5 (trapesium)} &= \frac{1}{2} \times (a + b) \times t \\ &= \frac{1}{2} \times (2,472 + 1,168) \times 1,207 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 2,311 \text{ m}^2 \\
\text{Luas irisan 6 (segitiga)} &= \frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi} \\
&= \frac{1}{2} \times 0,984 \times 1,168 \\
&= 0,575 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

b. Berat volume tanah yang digunakan yaitu berat volume pada lapisan 1 dan lapisan 2. Apabila irisan lereng mengenai lapisan tanah 2 maka berat volume tanah yang digunakan menggunakan nilai rata rata dari berat volume tanah 1 dan 2.

c. Selanjutnya menghitung berat irisan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
W_i (1) &= \text{Luas irisan} \times \text{berat volume tanah 1 } (\gamma) \\
&= 0,958 \text{ m}^2 \times 12,945 \text{ kN/m}^3 \\
&= 12,407 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_i (2) &= \text{Luas irisan} \times \text{berat volume tanah rata -rata } (\gamma) \\
&= 3,275 \text{ m}^2 \times \left(\frac{12,945+11,278}{2}\right) \text{ kN/m}^3 \\
&= 39,661 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_i (3) &= \text{Luas irisan} \times \text{berat volume tanah rata -rata } (\gamma) \\
&= 4,060 \text{ m}^2 \times \left(\frac{12,945+11,278}{2}\right) \text{ kN/m}^3 \\
&= 49,177 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_i (4) &= \text{Luas irisan} \times \text{berat volume tanah rata -rata } (\gamma) \\
&= 3,804 \text{ m}^2 \times \left(\frac{12,945+11,278}{2}\right) \text{ kN/m}^3 \\
&= 46,076 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_i (5) &= \text{Luas irisan} \times \text{berat volume tanah 2 } (\gamma) \\
&= 2,311 \text{ m}^2 \times 11,278 \text{ kN/m}^3 \\
&= 26,068 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_i (6) &= \text{Luas irisan} \times \text{berat volume tanah 2 } (\gamma) \\
&= 0,575 \text{ m}^2 \times 11,278 \text{ kN/m}^3 \\
&= 6,481 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Kemudian untuk menentukan sudut dari pusat irisan ke titik berat ( $\alpha_n$ ) dapat dilihat pada **Gambar 4.2**, dimana diperoleh hasil pengukuran sudut sebesar  $59^\circ$ ,  $47^\circ$ ,  $34^\circ$ ,  $22^\circ$ ,  $12^\circ$ , dan  $5^\circ$  dengan bantuan AutoCAD atau bisa juga dilakukan secara manual dengan menggunakan busur.

3. Setelah memperoleh nilai  $W_i$  dan  $\alpha_n$  langkah berikutnya menghitung nilai

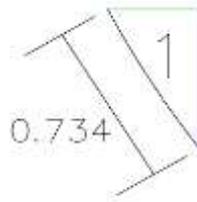
$W_i \cos \alpha_n$  dan  $W_i \sin \alpha_n$  yang dijabarkan sebagai berikut:

$$W_i \cos \alpha_n$$

$$W_i (1) \cos \alpha_n = 12,407 \text{ kN} \times \text{Cos } (59^\circ) = 6,390 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
Wi (2) \cos \alpha_n &= 39,661 \text{ kN} \times \text{Cos} (47^\circ) &= 27,049 \text{ kN} \\
Wi (3) \cos \alpha_n &= 49,177 \text{ kN} \times \text{Cos} (34^\circ) &= 40,770 \text{ kN} \\
Wi (4) \cos \alpha_n &= 46,076 \text{ kN} \times \text{Cos} (22^\circ) &= 42,721 \text{ kN} \\
Wi (5) \cos \alpha_n &= 26,068 \text{ kN} \times \text{Cos} (12^\circ) &= 25,498 \text{ kN} \\
Wi (6) \cos \alpha_n &= 6,481 \text{ kN} \times \text{Cos} (5^\circ) &= 6,383 \text{ kN} \\
Wi \text{ Sin } \alpha_n & & \\
Wi (1) \text{ Sin } \alpha_n &= 12,407 \text{ kN} \times \text{Sin} (59^\circ) &= 10,635 \text{ kN} \\
Wi (2) \text{ Sin } \alpha_n &= 39,661 \text{ kN} \times \text{Sin} (47^\circ) &= 29,007 \text{ kN} \\
Wi (3) \text{ Sin } \alpha_n &= 49,177 \text{ kN} \times \text{Sin} (34^\circ) &= 27,499 \text{ kN} \\
Wi (4) \text{ Sin } \alpha_n &= 46,076 \text{ kN} \times \text{Sin} (22^\circ) &= 17,260 \text{ kN} \\
Wi (5) \text{ Sin } \alpha_n &= 26,068 \text{ kN} \times \text{Sin} (12^\circ) &= 5,420 \text{ kN} \\
Wi (6) \text{ Sin } \alpha_n &= 6,481 \text{ kN} \times \text{Sin} (5^\circ) &= 0,565 \text{ kN}
\end{aligned}$$

4. Menghitung panjang masing – masing irisan ( $\Delta L_n$ ) dengan bantuan AutoCAD, dimana untuk irisan 1 diperoleh nilai  $\Delta L_n$  sebesar 2,206, 1,868, 1,528, 1,373, 1,304 dan 0,979.



**Gambar 4.4** Panjang Irisan 1

Berikut ini merupakan hasil dari masing– masing irisan yang disajikan dalam bentyuk tabel

**Tabel 4.2** Hasil perhitungan masing – masing irisan

Irisan No	Wi (kN)	$\alpha_n$ (°)	$\Delta L_n$ (m)	Wi cos $\alpha_n$ (kN)	Wi sin $\alpha_n$ (kN)
1	12,407	59	2,183	6,390	10,635
2	39,661	47	1,868	27,049	29,007
3	49,177	34	1,528	40,770	27,499
4	46,076	22	1,373	42,721	17,260
5	26,068	12	1,304	25,498	5,420
6	6,481	5	0,979	6,383	0,565
Jumlah ( $\Sigma$ )			9,235	148,810	90,385

5. Karena lereng terdiri dari 2 lapisan tanah, maka nilai kohesi (c) dan ( $\phi$ ) yang digunakan adalah nilai rata – rata lapisan 1 dan lapisan 2.

$$C \text{ rata-rata} = \frac{10,25+9,97}{2} = 10,11$$

$$\phi \text{ rata-rata} = \frac{6,62+5,92}{2} = 6,27$$

6. Setelah memperoleh semua nilai – nilai yang digunakan dalam perhitungan, langkah selanjutnya adalah menghitung faktor keamanan lereng dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.5)

$$\begin{aligned} SF &= \frac{\Sigma C \Delta L_n + (W_i \cos \alpha_n \times tg \theta \text{ rata-rata})}{W_i \sin \alpha_n} \\ &= \frac{(10,11 \times 9,235) + (148,810 \times \tan(6,27))}{90,385} \\ &= 1,011 < 1,5 \text{ (**Tidak Aman**)} \end{aligned}$$

### Lampiran 3

#### Perhitungan Stabilitas Internal

Panjang <i>geomat</i>	= 25 m
Jarak vertikal antar <i>geomat</i> (Sv)	= 1 m
Kuat tarik ijin	= 50 kN/m
Tinggi lereng	= 15 m

#### 1. Lapisan perkuatan 1

$$Z_1 = 1 \text{ m}, \quad \beta = \tan 51^\circ = 1,235$$

$$\begin{aligned}\sigma_{v1} &= \gamma \times Z_1 \\ &= 12,112 \times 1 \\ &= 12,112 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_R &= \frac{H - Z_1}{\tan(45 + \frac{\phi}{2})} \\ &= \frac{15 - 1}{\tan(45 + \frac{6,27}{2})} \\ &= 8,771 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_C &= \frac{1}{\beta} \times \frac{T_{all}}{2(c + \sigma_{v1} \cdot \tan \phi)} \\ &= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{2(10,11 + 12,112 \cdot \tan 6,27)} \\ &= 2,035 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_{tot} &= L_R + L_C \\ &= 8,771 + 2,035 \\ &= 10,896\end{aligned}$$

Setelah memperoleh nilai panjang total *geomat* yang dibutuhkan langkah selanjutnya menghitung panjang *overlapping* (lipatan) *geomat*, yang dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}L_0 &= \frac{1}{\beta} \times \frac{T_{all}}{4(c + \sigma_{v1} \cdot \tan \phi)} \geq 1 \text{ m} \\ &= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{4(10,11 + 24,224 \cdot \tan 6,27)} \\ &= 1,017 \geq 1 \text{ m (dipakai 1 m)}\end{aligned}$$

#### 2. Lapisan perkuatan 2

$$Z_2 = 2 \text{ m}, \quad \beta = \tan 51^\circ = 1,235$$

$$\begin{aligned}\sigma_{v2} &= \gamma \times Z_2 \\ &= 12,112 \times 2 \\ &= 24,224 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_R &= \frac{H - Z_2}{\tan(45 + \frac{\phi}{2})} \\ &= \frac{15 - 2}{\tan(45 + \frac{6,27}{2})} \\ &= 8,145 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_C &= \frac{1}{\beta} \times \frac{Tall}{2(c+\sigma v_2 \cdot \tan \phi)} \\
&= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{2(10,11+24,224 \cdot \tan 6,27)} \\
&= 2,068 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_{tot} &= L_R + L_C \\
&= 8,145 + 2,068 \\
&= 10,212
\end{aligned}$$

Setelah memperoleh nilai panjang total *geomat* yang dibutuhkan langkah selanjutnya menghitung panjang *overlapping* (lipatan) *geomat*, yang dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
L_0 &= \frac{1}{\beta} \times \frac{Tall}{4(c+\sigma v_2 \cdot \tan \phi)} \geq 1 \text{ m} \\
&= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{4(10,11+24,224 \cdot \tan 6,27)} \\
&= 1,034 \geq 1 \text{ m (dipakai 1 m)}
\end{aligned}$$

### 3. Lapisan perkuatan 3

$$\begin{aligned}
Z_3 &= 3 \text{ m}, & \beta &= \tan 51^\circ = 1,235 \\
\sigma_{v3} &= \gamma \times Z_3 \\
&= 12,112 \times 3 \\
&= 36,336 \text{ kN/m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_R &= \frac{H - Z_3}{\tan(45 + \frac{\phi}{2})} \\
&= \frac{15 - 3}{\tan(45 + \frac{6,27}{2})} \\
&= 7,518 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_C &= \frac{1}{\beta} \times \frac{Tall}{2(c+\sigma v_3 \cdot \tan \phi)} \\
&= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{2(10,11+36,336 \cdot \tan 6,27)} \\
&= 2,102 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_{tot} &= L_R + L_C \\
&= 7,518 + 2,102 \\
&= 9,620
\end{aligned}$$

Setelah memperoleh nilai panjang total *geomat* yang dibutuhkan langkah selanjutnya menghitung panjang *overlapping* (lipatan) *geomat*, yang dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
L_0 &= \frac{1}{\beta} \times \frac{Tall}{4(c+\sigma v_3 \cdot \tan \phi)} \geq 1 \text{ m} \\
&= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{4(10,11+36,336 \cdot \tan 6,27)} \\
&= 1,051 \geq 1 \text{ m (dipakai 1 m)}
\end{aligned}$$

### 4. Lapisan perkuatan 4

$$Z_4 = 4 \text{ m}, \quad \beta = \tan 51^\circ = 1,235$$

$$\begin{aligned}\sigma_{v4} &= \gamma \times Z_4 \\ &= 12,112 \times 4 \\ &= 48,448 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_R &= \frac{H - Z_4}{\tan(45 + \frac{\phi}{2})} \\ &= \frac{15 - 4}{\tan(45 + \frac{6,27}{2})} \\ &= 6,892 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_C &= \frac{1}{\beta} \times \frac{T_{all}}{2(c + \sigma_{v4} \cdot \tan \phi)} \\ &= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{2(10,11 + 48,448 \cdot \tan 6,27)} \\ &= 2,137 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_{tot} &= L_R + L_C \\ &= 6,892 + 2,137 \\ &= 9,029\end{aligned}$$

Setelah memperoleh nilai panjang total *geomat* yang dibutuhkan langkah selanjutnya menghitung panjang *overlapping* (lipatan) *geomat*, yang dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}L_0 &= \frac{1}{\beta} \times \frac{T_{all}}{4(c + \sigma_{v4} \cdot \tan \phi)} \geq 1 \text{ m} \\ &= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{4(10,11 + 48,448 \cdot \tan 6,27)} \\ &= 1,069 \geq 1 \text{ m (dipakai 1 m)}\end{aligned}$$

## 5. Lapisan perkuatan 5

$$Z_5 = 5 \text{ m}, \quad \beta = \tan 51^\circ = 1,235$$

$$\begin{aligned}\sigma_{v5} &= \gamma \times Z_5 \\ &= 12,112 \times 5 \\ &= 24,224 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_R &= \frac{H - Z_5}{\tan(45 + \frac{\phi}{2})} \\ &= \frac{15 - 5}{\tan(45 + \frac{6,27}{2})} \\ &= 6,265 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_C &= \frac{1}{\beta} \times \frac{T_{all}}{2(c + \sigma_{v5} \cdot \tan \phi)} \\ &= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{2(10,11 + 60,560 \cdot \tan 6,27)} \\ &= 2,174 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_{tot} &= L_R + L_C \\ &= 6,265 + 2,174 \\ &= 8,439\end{aligned}$$

Setelah memperoleh nilai panjang total *geomat* yang dibutuhkan langkah selanjutnya menghitung panjang *overlapping* (lipatan) *geomat*, yang dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L_0 &= \frac{1}{\beta} \times \frac{Tall}{4(c+\sigma v 5.\tan \phi)} \geq 1 \text{ m} \\ &= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{4(10,11+60,560.\tan 6,27)} \\ &= 1,087 \geq 1 \text{ m (dipakai 1 m)} \end{aligned}$$

### 6. Lapisan perkuatan 6

$$Z_6 = 6 \text{ m}, \quad \beta = \tan 51^\circ = 1,235$$

$$\begin{aligned} \sigma_{v6} &= \gamma \times Z_6 \\ &= 12,112 \times 6 \\ &= 72,672 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_R &= \frac{H - Z_6}{\tan(45 + \frac{\phi}{2})} \\ &= \frac{15 - 6}{\tan(45 + \frac{6,27}{2})} \\ &= 5,639 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_C &= \frac{1}{\beta} \times \frac{Tall}{2(c+\sigma v 6.\tan \phi)} \\ &= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{2(10,11+72,672.\tan 6,27)} \\ &= 2,212 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{tot} &= L_R + L_C \\ &= 5,639 + 2,212 \\ &= 7,851 \end{aligned}$$

Setelah memperoleh nilai panjang total *geomat* yang dibutuhkan langkah selanjutnya menghitung panjang *overlapping* (lipatan) *geomat*, yang dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L_0 &= \frac{1}{\beta} \times \frac{Tall}{4(c+\sigma v 6.\tan \phi)} \geq 1 \text{ m} \\ &= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{4(10,11+72,672.\tan 6,27)} \\ &= 1,106 \geq 1 \text{ m (dipakai 1 m)} \end{aligned}$$

### 7. Lapisan perkuatan 7

$$Z_7 = 7 \text{ m}, \quad \beta = \tan 51^\circ = 1,235$$

$$\begin{aligned} \sigma_{v7} &= \gamma \times Z_7 \\ &= 12,112 \times 7 \\ &= 84,784 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_R &= \frac{H - Z_7}{\tan(45 + \frac{\phi}{2})} \\ &= \frac{15 - 7}{\tan(45 + \frac{6,27}{2})} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 5,012 \text{ m} \\
L_C &= \frac{1}{\beta} \times \frac{Tall}{2(c+\sigma v7.\tan \phi)} \\
&= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{2(10,11+84,784 .\tan 6,27)} \\
&= 2,251 \text{ m} \\
L_{tot} &= L_R + L_C \\
&= 5,012 + 2,251 \\
&= 7,263
\end{aligned}$$

Setelah memperoleh nilai panjang total *geomat* yang dibutuhkan langkah selanjutnya menghitung panjang *overlapping* (lipatan) *geomat*, yang dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
L_0 &= \frac{1}{\beta} \times \frac{Tall}{4(c+\sigma v7.\tan \phi)} \geq 1 \text{ m} \\
&= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{4(10,11+84,784 .\tan 6,27)} \\
&= 1,126 \geq 1 \text{ m (dipakai 1 m)}
\end{aligned}$$

### 8. Lapisan perkuatan 8

$$Z_8 = 6 \text{ m}, \quad \beta = \tan 51^\circ = 1,235$$

$$\begin{aligned}
\sigma_{v8} &= \gamma \times Z_8 \\
&= 12,112 \times 8 \\
&= 96,896 \text{ kN/m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_R &= \frac{H - Z_8}{\tan(45 + \frac{\phi}{2})} \\
&= \frac{15 - 8}{\tan(45 + \frac{6,27}{2})} \\
&= 4,386 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_C &= \frac{1}{\beta} \times \frac{Tall}{2(c+\sigma v8.\tan \phi)} \\
&= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{2(10,11+96,896 .\tan 6,27)} \\
&= 2,292 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_{tot} &= L_R + L_C \\
&= 4,386 + 2,292 \\
&= 6,678
\end{aligned}$$

Setelah memperoleh nilai panjang total *geomat* yang dibutuhkan langkah selanjutnya menghitung panjang *overlapping* (lipatan) *geomat*, yang dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
L_0 &= \frac{1}{\beta} \times \frac{Tall}{4(c+\sigma v8.\tan \phi)} \geq 1 \text{ m} \\
&= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{4(10,11+96,896 .\tan 6,27)} \\
&= 1,146 \geq 1 \text{ m (dipakai 1 m)}
\end{aligned}$$

### 9. Lapisan perkuatan 9

$$Z_9 = 6 \text{ m}, \quad \beta = \tan 51^\circ = 1,235$$

$$\begin{aligned} \sigma_{v9} &= \gamma \times Z_9 \\ &= 12,112 \times 9 \\ &= 109,008 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_R &= \frac{H - Z_9}{\tan(45 + \frac{\phi}{2})} \\ &= \frac{15 - 9}{\tan(45 + \frac{6,27}{2})} \\ &= 3,759 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_C &= \frac{1}{\beta} \times \frac{Tall}{2(c + \sigma_{v9} \cdot \tan \phi)} \\ &= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{2(10,11 + 109,008 \cdot \tan 6,27)} \\ &= 2,334 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{tot} &= L_R + L_C \\ &= 3,759 + 2,334 \\ &= 6,093 \end{aligned}$$

Setelah memperoleh nilai panjang total *geomat* yang dibutuhkan langkah selanjutnya menghitung panjang *overlapping* (lipatan) *geomat*, yang dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L_0 &= \frac{1}{\beta} \times \frac{Tall}{4(c + \sigma_{v9} \cdot \tan \phi)} \geq 1 \text{ m} \\ &= \frac{1}{1,235} \times \frac{50}{4(10,11 + 109,008 \cdot \tan 6,27)} \\ &= 1,167 \geq 1 \text{ m (dipakai 1 m)} \end{aligned}$$

**Tabel 4.3** Rekapitulasi perhitungan stabilitas internal tiap lapisan

NO Z	$\gamma$ rata-rata	$\sigma_v$	$L_R$	$L_C$	$L_{tot}$	$L_0$
1	12,112	12,112	8,771	2,035	10,806	1,017
2	12,112	24,224	8,145	2,068	10,212	1,034
3	12,112	36,336	7,518	2,102	9,620	1,051
4	12,112	48,448	6,892	2,137	9,029	1,069
5	12,112	60,560	6,265	2,174	8,439	1,087
6	12,112	72,672	5,639	2,212	7,851	1,106
7	12,112	84,784	5,012	2,251	7,263	1,126
8	12,112	96,896	4,386	2,292	6,678	1,146
9	12,112	109,008	3,759	2,334	6,093	1,167
Jumlah ( $\Sigma$ )		545,04	-	-	75,992	9,803

$$\begin{aligned} SF &= \frac{\Sigma \sigma_v}{\Sigma L_{tot}} \\ &= \frac{545,04}{75,992} \\ &= 7,172 > 1,5 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

#### Lampiran 4

Perhitungan Stabilitas Terhadap Kelongsoran

$SF_u$ metode fellenius	= 1,011
$SF_u$ metode janbu	= 0,793
Jari-jari kelongsoran (R)	= 7,268 m
Kuat tarik ijin <i>geomat</i> (Tall)	= 50 kN/m
Jarak perkuatan ke pusat lingkaran ( $y_i$ )	= 3,502 m
$W_i \sin \alpha$	= 90,385

**1. Lapisan perkuatan 1**

$$T_i = 50 \text{ kN}$$

$$y_i = 3,502 \text{ m}$$

Maka,

$$\begin{aligned} T_i \cdot y_i &= 50 \times 3,502 \\ &= 175,1 \end{aligned}$$

**2. Lapisan perkuatan 2**

$$T_i = 50 \text{ kN}$$

$$y_i = 4,502 \text{ m}$$

Maka,

$$\begin{aligned} T_i \cdot y_i &= 50 \times 4,502 \\ &= 225,1 \end{aligned}$$

**3. Lapisan perkuatan 3**

$$T_i = 50 \text{ kN}$$

$$y_i = 5,502 \text{ m}$$

Maka,

$$\begin{aligned} T_i \cdot y_i &= 50 \times 5,502 \\ &= 275,1 \end{aligned}$$

**4. Lapisan perkuatan 4**

$$T_i = 50 \text{ kN}$$

$$y_i = 6,502 \text{ m}$$

Maka,

$$\begin{aligned} T_i \cdot y_i &= 50 \times 6,502 \\ &= 325,1 \end{aligned}$$

**5. Lapisan perkuatan 5**

$$T_i = 50 \text{ kN}$$

$$y_i = 7,502 \text{ m}$$

Maka,

$$\begin{aligned} T_i \cdot y_i &= 50 \times 7,502 \\ &= 375,1 \end{aligned}$$

**6. Lapisan perkuatan 6**

$$T_i = 50 \text{ kN}$$

$$y_i = 8,502 \text{ m}$$

Maka,

$$\begin{aligned} T_i \cdot y_i &= 50 \times 8,502 \\ &= 425,1 \end{aligned}$$

**7. Lapisan perkuatan 7**

$$\begin{aligned} T_i &= 50 \text{ kN} \\ y_i &= 9,502 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} T_i \cdot y_i &= 50 \times 9,502 \\ &= 475,1 \end{aligned}$$

**8. Lapisan perkuatan 8**

$$\begin{aligned} T_i &= 50 \text{ kN} \\ y_i &= 10,502 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} T_i \cdot y_i &= 50 \times 10,502 \\ &= 525,1 \end{aligned}$$

**9. Lapisan perkuatan 9**

$$\begin{aligned} T_i &= 50 \text{ kN} \\ y_i &= 11,502 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} T_i \cdot y_i &= 50 \times 11,502 \\ &= 575,1 \end{aligned}$$

**Tabel 4.4** Perhitungan tahanan momen dengan perkuatan *geomat*

No Z	Ti (kN)	yi (m)	Ti.yi (kNm)
1	50	3,502	175,1
2	50	4,502	225,1
3	50	5,502	275,1
4	50	6,502	325,1
5	50	7,502	375,1
6	50	8,502	425,1
7	50	9,502	475,1
8	50	10,502	525,1
9	50	11,502	575,1
Jumlah ( $\Sigma$ )			3375,9

$$\begin{aligned} SF_{fellenius} &= SF_u + \frac{\Sigma T_i \cdot y_i}{\Sigma (W_i \sin \alpha) R} \\ &= 1,011 + \frac{3375,9}{90,385 \times 7,268} \\ &= 6,150 > 1,5 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SF_{janbu} &= SF_u + \frac{\Sigma T_i \cdot y_i}{\Sigma (W_i \sin \alpha) R} \\ &= 0,793 + \frac{3375,9}{90,385 \times 7,268} \\ &= 5,932 > 1,5 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

Lampiran 5. Data Standard Penetration Test (SPT)

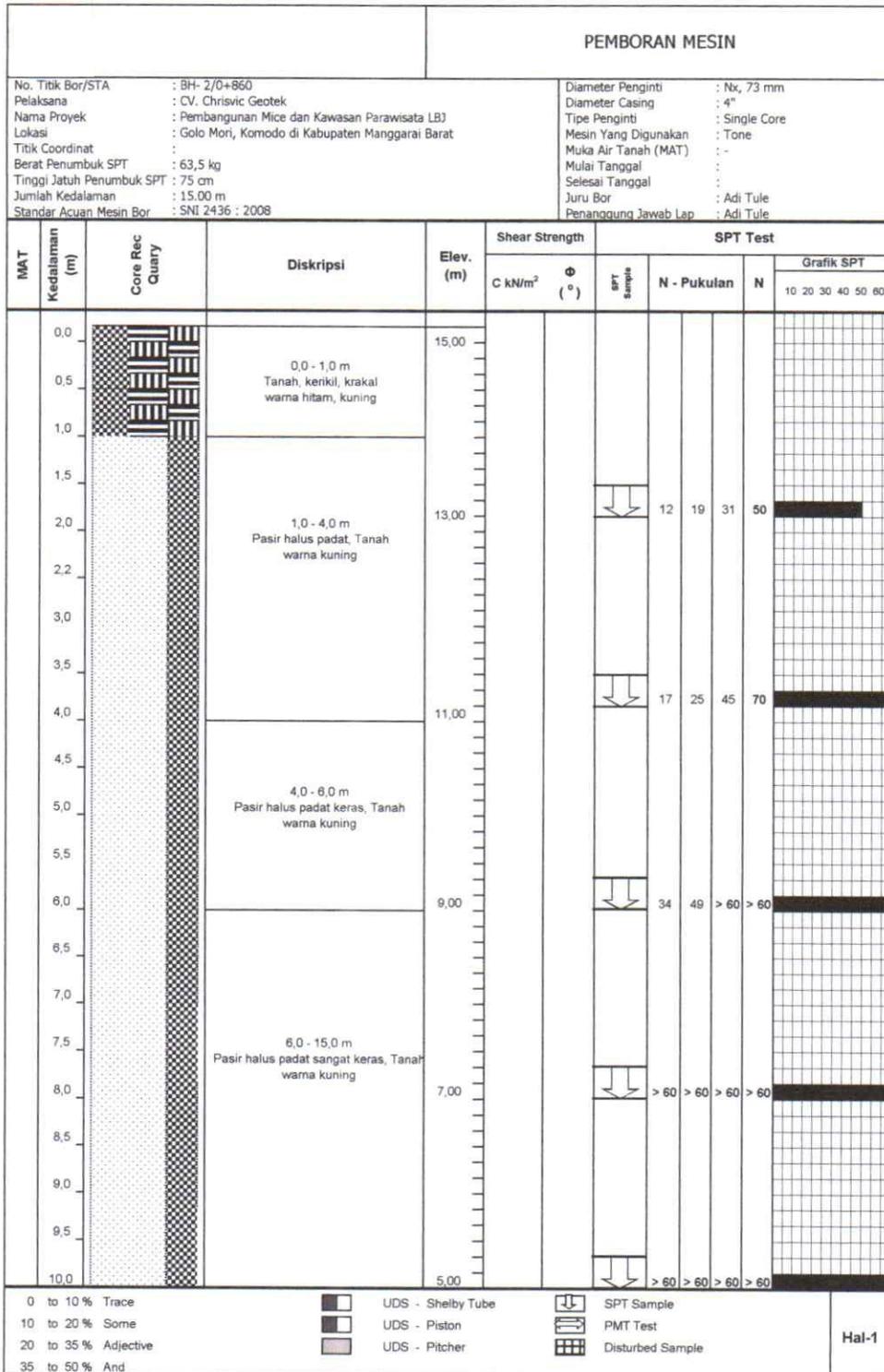
		PEMBORAN MESIN										
No. Titik Bor/STA : BH- 1/0+630		Diameter Penginti : Nx, 73 mm			Diameter Casing : 4"							
Pelaksana : CV. Chrisvic Geotek		Tipe Penginti : Single Core			Mesin Yang Digunakan : Tone							
Nama Proyek : Pembangunan Mice dan Kawasan Parawisata LBJ		Muka Air Tanah (MAT) : -			Mulai Tanggal :							
Lokasi : Golo Mori, Komodo di Kabupaten Manggarai Barat		Selesai Tanggal :			Juru Bor : Adi Tule							
Titik Koordinat :		Penanggung Jawab Lap : Adi Tule										
Berat Penumbuk SPT : 63,5 kg												
Tinggi Jatuh Penumbuk SPT : 75 cm												
Jumlah Kedalaman : 15,00 m												
Standar Acuan Mesin Bor : SNI 2436 : 2008												
MAT	Kedalaman (m)	Core Rec Quary	Diskripsi	Elev. (m)	Shear Strength		SPT Test					
					C kN/m <sup>2</sup> Φ °)	φ	SPT Sample	N - Pukulan	N	Grafik SPT		
											10 20 30 40 50 60	
	0,0		0,0 - 1,0 m Tanah, kerikil, krakal warna hitam	15,00								
	0,5											
	1,0											
	1,5											
	2,0		1,0 - 4,0 m Pasir halus, Tanah warna hitam, abu-abu	13,00				11	19	25	44	
	2,2											
	3,0											
	3,5											
	4,0			11,00				21	37	49	86	
	4,5											
	5,0		4,0 - 6,0 m Pasiran halus padat keras tanah warna coklat hitam									
	5,5											
	6,0			9,00				33	48	57	105	
	6,5											
	7,0											
	7,5											
	8,0		6,0 - 15,0 m Pasiran halus padat, sangat keras tanah warna coklat hitam	7,00				47	> 60	> 60	> 60	
	8,5											
	9,0											
	9,5											
	10,0			5,00				> 60	> 60	> 60	> 60	

0 to 10 % Trace		UDS - Shelby Tube		SPT Sample
10 to 20 % Some		UDS - Piston		PMT Test
20 to 35 % Adjactive		UDS - Pitcher		Disturbed Sample
35 to 50 % And				

Hal-1

		PEMBORAN MESIN																			
No. Titik Bor/STA : BH- 1/0+630 Pelaksana : CV. Chrisvic Geotek Nama Proyek : Pembangunan Mice dan Kawasan Parawisata LBJ Lokasi : Golo Mori, Komodo di Kabupaten Manggarai Barat Titik Koordinat : Berat Penumbuk SPT : 63,5 kg Tinggi Jatuh Penumbuk SPT : 75 cm Jumlah Kedalaman : 15,00 m Standar Acuan Mesin Bor : SNI 2436 : 2008					Diameter Penginti : Nx, 73 mm Diameter Casing : 4" Tipe Penginti : Single Core Mesin Yang Digunakan : Tone Muka Air Tanah (MAT) : - Mulai Tanggal : Selesai Tanggal : Juru Bor : Adi Tule Penanggung Jawab Lap : Adi Tule																
MAT	Kedalaman (m)	Core Rec Quarry	Diskripsi	Elev. (m)	Shear Strength		SPT Test														
					C kN/m <sup>2</sup>	$\Phi$ (°)	SPT Sample	N - Pukulan			Grafik SPT										
	10,5		6,0 - 15,0 m Pasiran halus padat sangat keras tanah warna coklat hitam	4,50																	
	11,0																				
	11,5																				
	12,0			3,00																	
	12,5																				
	13,0																				
	13,5																				
	14,0		6,0 - 15,0 m Pasiran halus padat sangat keras tanah warna coklat hitam																		
	15,0																				
0 to 10 % Trace 10 to 20 % Some 20 to 35 % Adjective 35 to 50 % And											UDS - Shelby Tube UDS - Piston UDS - Pitcher		SPT Sample PMT Test Disturbed Sample		Hal-2						
Penanggung Jawab: Lapangan  Adi Tulle											Diuji oleh: Tenaga Lapangan 1. Miki T  2. Yan Sinlaeloe 										



		PEMBORAN MESIN																			
No. Titik Bor/STA : BH- 2/0+860		Pelaksana : CV. Chrisvic Geotek				Diameter Penginti : Nx, 73 mm				Diameter Casing : 4"											
Nama Proyek : Pembangunan Mice dan Kawasan Parawisata LBJ		Lokasi : Golo Mori, Komodo di Kabupaten Manggarai Barat				Tipe Penginti : Single Core				Mesin Yang Digunakan : Tone											
Titik Koordinat :		Berat Penumbuk SPT : 63,5 kg				Muka Air Tanah (MAT) : -				Mulai Tanggal :											
Tinggi Jatuh Penumbuk SPT : 75 cm		Jumlah Kedalaman : 15,00 m				Selesai Tanggal :				Juru Bor : Adi Tulle											
Standar Acuan Mesin Bor : SNI 2436 : 2008						Penanggung Jawab Lap :				Adi Tulle											
MAT	Kedalaman (m)	Core Rec Quarry	Diskripsi	Elev. (m)	Shear Strength		SPT Test														
					C kN/m <sup>2</sup>	φ (°)	SPT Sample	N - Pukulan			N	Grafik SPT									
	10,5		6,0 - 15,0 m	4,50																	
	11,0		Pasir halus padat sangat keras, Tanah warna kuning																		
	11,5																				
	12,0			3,00																	
	12,5																				
	13,0																				
	13,5																				
	14,0		6,0 - 15,0 m																		
	14,5		Pasir halus padat sangat keras, Tanah warna kuning																		
	15,0																				

0 to 10 % Trace		UDS - Shelby Tube		SPT Sample
10 to 20 % Some		UDS - Piston		PMT Test
20 to 35 % Adjective		UDS - Pitcher		Disturbed Sample
35 to 50 % And				

Hal-2

<u>Penanggung Jawab:</u> Lapangan   Adi Tulle	<u>Diuji oleh:</u> Tenaga Lapangan  1. Miki T 2. Yan Sinlaeloe
---	--

		PEMBORAN MESIN											
No. Titik Bor/STA : BH- 3/1+150 Pelaksana : CV. Chrisvic Geotek Nama Proyek : Pembangunan Mice dan Kawasan Parawisata LBJ Lokasi : Golo Mori, Komodo di Kabupaten Manggarai Barat Titik Koordinat : Berat Penumbuk SPT : 63,5 kg Tinggi Jatuh Penumbuk SPT : 75 cm Jumlah Kedalaman : 15,00 m Standar Acuan Mesin Bor : SNI 2436 : 2008		Diameter Penginti : Nx, 73 mm Diameter Casing : 4" Tipe Penginti : Single Core Mesin Yang Digunakan : Tone Muka Air Tanah (MAT) : - Mulai Tanggal : Selesai Tanggal : Juru Bor : Adi Tule Penanggung Jawab Lap : Adi Tule											
MAT	Kedalaman (m)	Core Rec Quarry	Diskripsi	Elev. (m)	Shear Strength		SPT Test						
					C kN/m <sup>2</sup>	φ (°)	SPT Sample	N - Pukulan			Grafik SPT		
								10	20	30	40	50	60
	0,0		0,0 - 0,50 m Pasir, tanah warna hitam, abu-abu	15,00									
	0,5												
	1,0												
	1,5												
	2,0		0,50 - 10,0 m Pasir halus padat keras warna kuning	13,00			21	34	49	83			
	2,2												
	3,0												
	3,5												
	4,0						35	51	> 60	> 60			
	4,5												
	5,0		4,0 - 6,0 m Pasir halus padat sangat keras warna kuning	11,00									
	5,5												
	6,0												
	6,5												
	7,0												
	7,5												
	8,0		6,0 - 15,0 m Pasir halus padat sangat keras warna kuning	9,00			> 60	> 60	> 60	> 60			
	8,5												
	9,0												
	9,5												
	10,0			5,00			> 60	> 60	> 60	> 60			

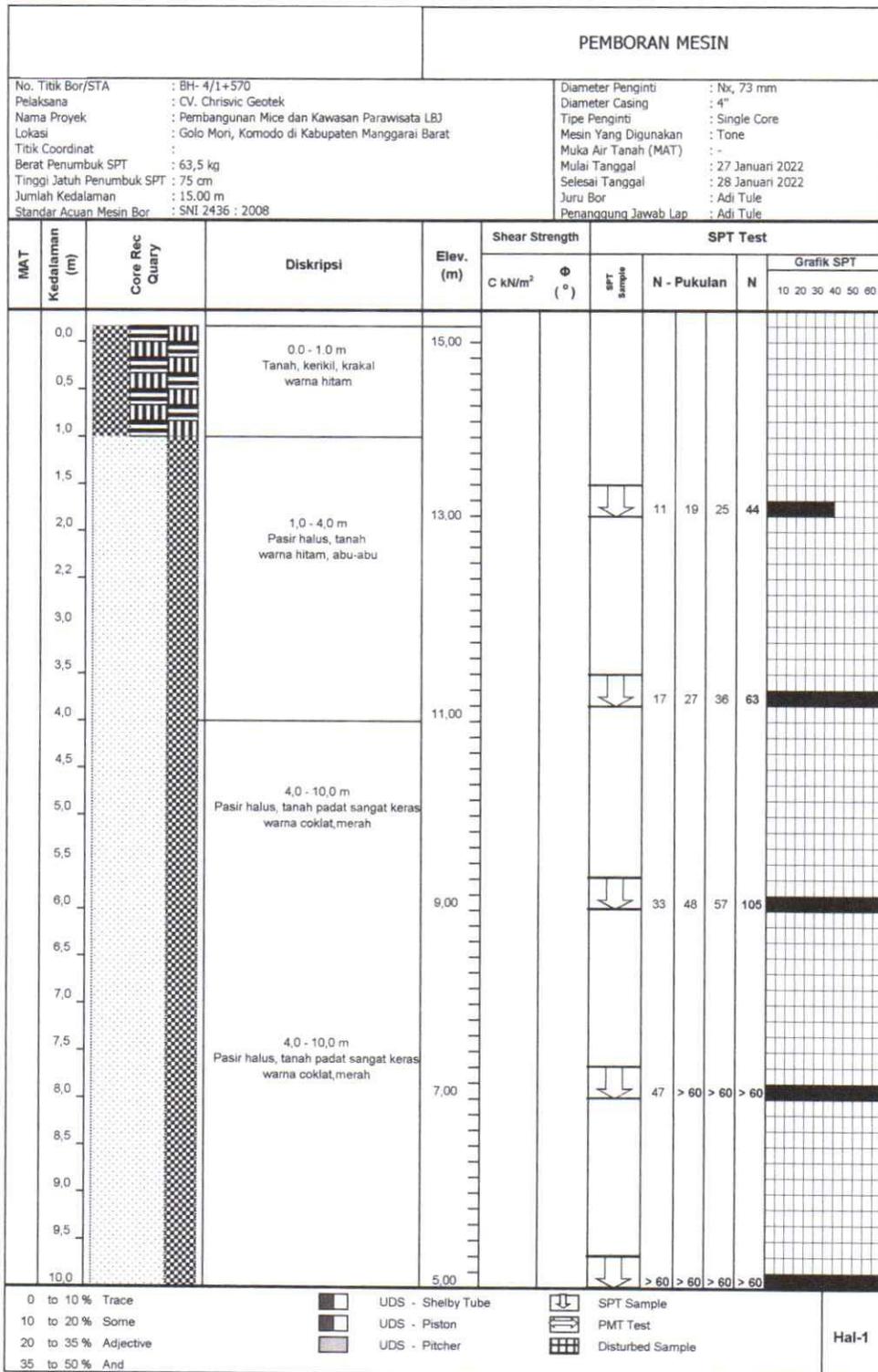
0 to 10% Trace  
 10 to 20% Some  
 20 to 35% Adjecrive  
 35 to 50% And

UDS - Shelby Tube  
 UDS - Piston  
 UDS - Pitcher

SPT Sample  
 PMT Test  
 Disturbed Sample

Hal-1





Hal-1

		PEMBORAN MESIN								
No. Titik Bor/STA : BH- 4/1+570		Pelaksana : CV. Chrisvic Geotek				Diameter Penginti : Nx, 73 mm				
Nama Proyek : Pembangunan Mice dan Kawasan Parawisata LBJ		Lokasi : Golo Mori, Komodo di Kabupaten Manggarai Barat				Diameter Casing : 4"				
Titik Coordinat :		Berat Penumbuk SPT : 63,5 kg				Tipe Penginti : Single Core				
Tinggi Jatuh Penumbuk SPT : 75 cm		Mulai Tanggal : 27 Januari 2022				Mesin Yang Digunakan : Tone				
Jumlah Kedalaman : 15.00 m		Selesai Tanggal : 28 Januari 2022				Muka Air Tanah (MAT) : -				
Standar Acuan Mesin Bor : SNI 2436 : 2008		Juru Bor : Adi Tulle				Penanggung Jawab Lap : Adi Tulle				
MAT	Kedalaman (m)	Core Rec Quarry	Diskripsi	Elev. (m)	Shear Strength		SPT Test			Grafik SPT
					C kN/m <sup>2</sup>	φ (°)	SPT sample	N - Pukulan	N	
	10,5		4,0 - 10,0 m Pasir halus, tanah padat sangat keras warna coklat,merah	4,50						
	11,0									
	11,5									
	12,0			3,00						
	12,5									
	13,0									
	13,5									
	14,0		4,0 - 10,0 m Pasir halus, tanah padat sangat keras warna coklat,merah							
	15,0									
0 to 10 % Trace		UDS - Shelby Tube		SPT Sample		Hal-2				
10 to 20 % Some		UDS - Piston		PMT Test						
20 to 35 % Adjactive		UDS - Pitcher		Disturbed Sample						
35 to 50 % And										
<u>Penanggung Jawab:</u> Lapangan   Adi Tulle					<u>Diuji oleh:</u> Tenaga Lapangan  1. Miki T  2. Yan Sinlaeloe 					

		PEMBORAN MESIN															
No. Titik Bor/STA : BH- 5/1+950		Pelaksana : CV. Chrisvic Geotek			Diameter Penginti : Nc, 73 mm		Diameter Casing : 4"										
Nama Proyek : Pembangunan Mice dan Kawasan Parawisata LBJ		Lokasi : Golo Mori, Komodo di Kabupaten Manggarai Barat			Tipe Penginti : Single Core		Mesin Yang Digunakan : Tone										
Titik Coordinat :		Berat Penumbuk SPT : 63,5 kg			Muka Air Tanah (MAT) : -		Mulai Tanggal : 08 Februari 2022										
Tinggi Jatuh Penumbuk SPT : 75 cm		Jumlah Kedalaman : 15,00 m			Selesai Tanggal : 09 Februari 2022		Juru Bor : Adi Tule										
Standar Acuan Mesin Bor : SNI 2436 : 2008					Penanggung Jawab Lap : Adi Tule												
MAT	Kedalaman (m)	Core Rec Quarry	Diskripsi	Elev. (m)	Shear Strength		SPT Test										
					C kN/m <sup>2</sup>	Φ (°)	SPT Sample	N - Pukulan			Grafik SPT						
	0,0		0,0 - 2,0 m Tanah warna hitam,coklat	15,00													
	0,5																
	1,0																
	1,5																
	2,0			13,00				11	19	21	40						
	2,2		2,0 - 10,0 m Tanah, batuan gamping padat keras warna hitam,merah														
	3,0																
	3,5																
	4,0			11,00				26	38	45	83						
	4,5		2,0 - 10,0 m Tanah, batuan gamping padat sangat keras warna hitam,merah														
	5,0																
	5,5																
	6,0			9,00				21	35	52	87						
	6,5																
	7,0																
	7,5																
	8,0			7,00				37	49	> 60	> 60						
	8,5		2,0 - 10,0 m Tanah, batuan gamping padat sangat keras warna hitam,merah														
	9,0																
	9,5																
	10,0			5,00				> 60	> 60	> 60	> 60						
0 to 10 % Trace		UDS - Shelby Tube		SPT Sample													
10 to 20 % Some		UDS - Piston		PMT Test													
20 to 35 % Adjactive		UDS - Pitcher		Disturbed Sample													
35 to 50 % And																	

Hal-1

PEMBORAN MESIN																					
No. Titik Bor/STA : BH- 5/1+950 Pelaksana : CV. Chrisvic Geotek Nama Proyek : Pembangunan Mice dan Kawasan Parawisata LBJ Lokasi : Golo Mori, Komodo di Kabupaten Manggarai Barat Titik Koordinat : Berat Penumbuk SPT : 63,5 kg Tinggi Jatuh Penumbuk SPT : 75 cm Jumlah Kedalaman : 15,00 m Standar Acuan Mesin Bor : SNI 2436 : 2008					Diameter Penginti : Nx, 73 mm Diameter Casing : 4" Tipe Penginti : Single Core Mesin Yang Digunakan : Tone Muka Air Tanah (MAT) : - Mulai Tanggal : 08 Februari 2022 Selesai Tanggal : 09 Februari 2022 Juru Bor : Adi Tule Penanggung Jawab Lap : Adi Tule																
MAT	Kedalaman (m)	Core Rec Quarry	Diskripsi	Elev. (m)	Shear Strength		SPT Test														
					C kN/m <sup>2</sup>	φ (°)	SPT Sample	N - Pukulan			N	Grafik SPT									
	10,5		10,0 - 15,0 m Tanah, batuan gamping padat sangat keras warna hitam, merah	4,50																	
	11,0																				
	11,5																				
	12,0					3,00															
	12,5																				
	13,0																				
	13,5																				
	14,0																				
	14,5																				
	15,0																				

0 to 10 % Trace      UDS - Shelby Tube      SPT Sample  
 10 to 20 % Some      UDS - Piston      PMT Test  
 20 to 35 % Adjective      UDS - Pitcher      Disturbed Sample  
 35 to 50 % And

Hal-2

Penanggung Jawab:  
Lapangan

*Adi Tulle*  
Adi Tulle

Diuji oleh:  
Tenaga Lapangan

1. Miki T

*Miki T*

2. Yan Sinlaeloe

		PEMBORAN MESIN									
No. Titik Bor/STA : BH- 6/2+350		Pelaksana : CV. Chrisvic Geotek			Diameter Penginti : Nx, 73 mm						
Nama Proyek : Pembangunan Mice dan Kawasan Parawisata LBJ		Lokasi : Golo Mori, Komodo di Kabupaten Manggarai Barat			Diameter Casing : 4"						
Titik Coordinat :		Berat Penumbuk SPT : 63,5 kg			Tipe Penginti : Single Core						
Tinggi Jatuh Penumbuk SPT : 75 cm		Tinggi Koordinat :			Mesin Yang Digunakan : Tone						
Jumlah Kedalaman : 15.00 m		Standar Acuan Mesin Bor : SNI 2436 : 2008			Muka Air Tanah (MAT) : -						
					Mulai Tanggal : 09 Februari 2022						
					Selesai Tanggal : 10 Februari 2022						
					Juru Bor : Adi Tule						
					Penanggung Jawab Lap : Adi Tule						
MAT	Kedalaman (m)	Core Rec Quarry	Diskripsi	Elev. (m)	Shear Strength		SPT Test				
					C kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ (°)	SPT Sample	N - Pukulan	N	Grafik SPT	
	0,0		0,0 - 1,0 m Tanah, pasir warna merah	15,00							
	0,5										
	1,0										
	1,5		1,0 - 2,0 m Pasir, tanah warna merah, abu-abu								
	2,0			13,00			9	15	20	35	
	2,2										
	3,0										
	3,5		2,0 - 6,0 m Pasir halus warna merah coklat								
	4,0			11,00			17	24	35	59	
	4,5										
	5,0										
	5,5										
	6,0			9,00			26	37	42	79	
	6,5										
	7,0										
	7,5										
	8,0		6,0 - 10,0 m Pasir halus padat sangat keras warna merah coklat	7,00			23	49	> 60	> 60	
	8,5										
	9,0										
	9,5										
	10,0			5,00			> 60	> 60	> 60	> 60	

0 to 10 % Trace		UDS - Shelby Tube		SPT Sample
10 to 20 % Some		UDS - Piston		PMT Test
20 to 35 % Adjective		UDS - Pitcher		Disturbed Sample
35 to 50 % And				

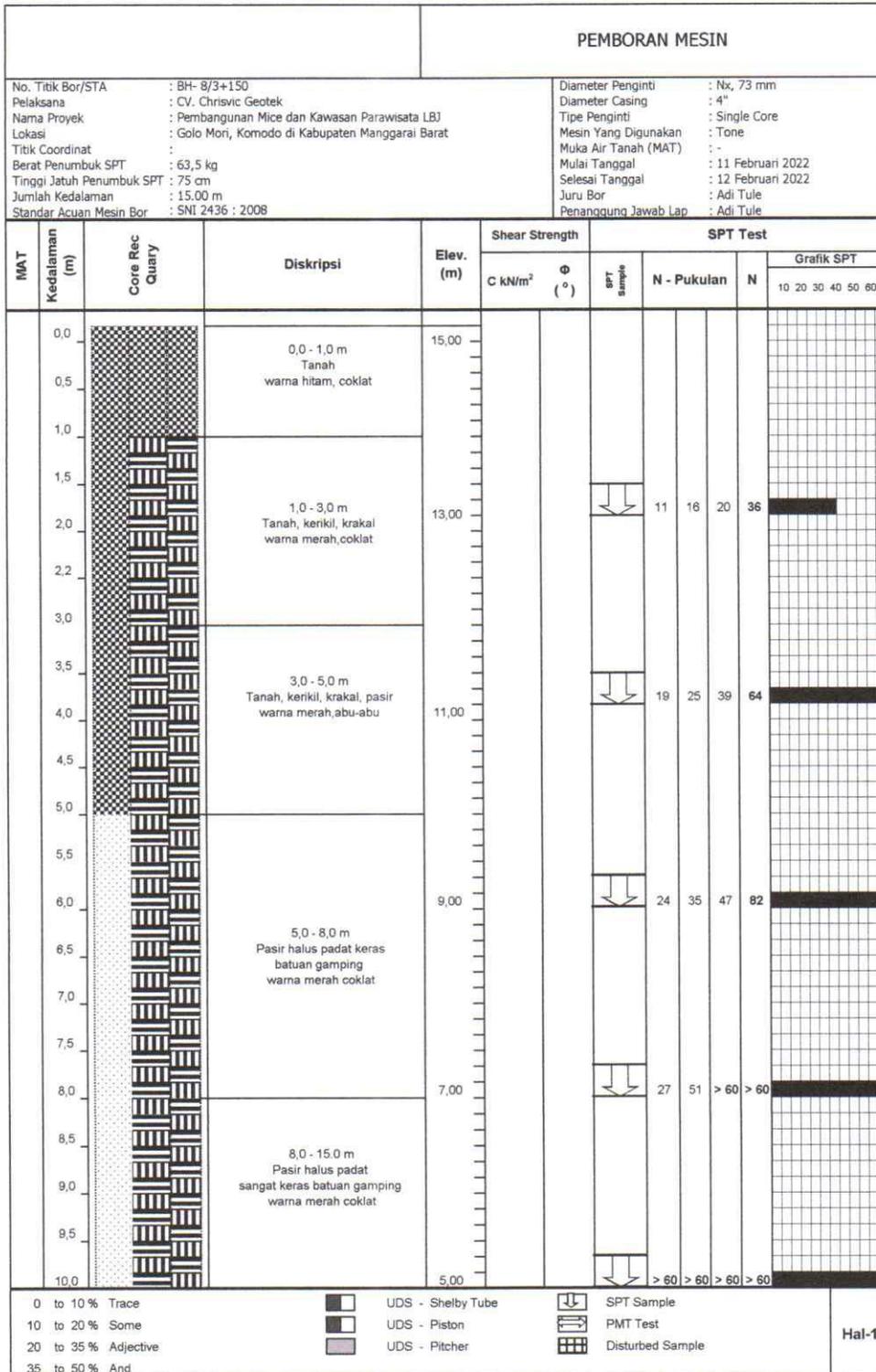
Hal-1

MAT		Kedalaman (m)	Core Rec Quary	Diskripsi	Elev. (m)	Shear Strength		SPT Test				
						C KN/m <sup>2</sup>	φ (°)	SPT Sample	N - Pukulan			N
											10 20 30 40 50 60	
		10,5	10,0 - 15,0 m Pasir halus padat sangat keras warna merah coklat	10,0 - 15,0 m Pasir halus padat sangat keras warna merah coklat	4,50							
		11,0										
		11,5										
		12,0			3,00							
		12,5										
		13,0										
		13,5										
		14,0										
		15,0										
		0 to 10 %	Trace		UDS - Shelby Tube		SPT Sample					Hal-2
		10 to 20 %	Some		UDS - Piston		PMT Test					
		20 to 35 %	Adjective		UDS - Pitcher		Disturbed Sample					
		35 to 50 %	And									
Penanggung Jawab: Lapangan   Adi Tulle						Diuji oleh: Tenaga Lapangan  1. Miki T 2. Yan Sinlaeloe						

				PEMBORAN MESIN													
No. Titik Bor/STA : BH- 7/2+750		Pelaksana : CV. Chrisvic Geotek		Diameter Penginti : Nx, 73 mm		Diameter Casing : 4"											
Nama Proyek : Pembangunan Mice dan Kawasan Parawisata LBJ		Lokasi : Golo Mori, Komodo di Kabupaten Manggarai Barat		Tipe Penginti : Single Core		Mesin Yang Digunakan : Tone											
Titik Koordinat : -		Berat Penumbuk SPT : 63,5 kg		Muka Air Tanah (MAT) : -		Mulai Tanggal : 10 Februari 2022											
Tinggi Jatuh Penumbuk SPT : 75 cm		Jumlah Kedalaman : 15,00 m		Selesai Tanggal : 11 Februari 2022		Juru Bor : Adi Tule											
Standar Acuan Mesin Bor : SNI 2436 : 2008				Penanggung Jawab Lap : Adi Tule													
MAT	Kedalaman (m)	Core Rec Quary	Diskripsi	Elev. (m)	Shear Strength		SPT Test										
					C kN/m <sup>2</sup>	φ (°)	SPT Sample	N - Pukulan			Gratik SPT						
	0,0		0,0 - 1,0 m Tanah warna hitam	15,00													
	0,5																
	1,0																
	1,5		1,0 - 2,0 m Pasir, tanah warna merah, coklat														
	2,0			13,00					15	19	22	41	[Bar chart showing SPT values]				
	2,2																
	3,0		2,0 - 4,0 m Pasir halus, tanah padat keras warna merah, coklat														
	3,5																
	4,0			11,00					21	35	41	76	[Bar chart showing SPT values]				
	4,5																
	5,0		4,0 - 6,0 m Pasir halus, tanah padat sangat keras warna merah, coklat														
	5,5																
	6,0			9,00					27	37	45	82	[Bar chart showing SPT values]				
	6,5																
	7,0																
	7,5																
	8,0		6,0 - 15,0 m Pasir halus padat sangat keras warna merah coklat	7,00					39	55	> 60	> 60	[Bar chart showing SPT values]				
	8,5																
	9,0																
	9,5																
	10,0			5,00					> 60	> 60	> 60	> 60	[Bar chart showing SPT values]				

0 to 10 % Trace      [Symbol] UDS - Shelby Tube      [Symbol] SPT Sample  
 10 to 20 % Some      [Symbol] UDS - Piston      [Symbol] PMT Test  
 20 to 35 % Adjective      [Symbol] UDS - Pitcher      [Symbol] Disturbed Sample  
 35 to 50 % And

PEMBORAN MESIN																					
No. Titik Bor/STA : BH- 7/2+750 Pelaksana : CV. Chrisvic Geotek Nama Proyek : Pembangunan Mice dan Kawasan Parawisata LB3 Lokasi : Golo Mori, Komodo di Kabupaten Manggarai Barat Titik Koordinat : Berat Penumbuk SPT : 63,5 kg Tinggi Jatuh Penumbuk SPT : 75 cm Jumlah Kedalaman : 15,00 m Standar Acuan Mesin Bor : SNI 2436 : 2008					Diameter Penginti : Nx, 73 mm Diameter Casing : 4" Tipe Penginti : Single Core Mesin Yang Digunakan : Tone Muka Air Tanah (MAT) : - Mulai Tanggal : 10 Februari 2022 Selesai Tanggal : 11 Februari 2022 Juru Bor : Adi Tule Penanggung Jawab Lap : Adi Tule																
MAT	Kedalaman (m)	Core Rec Quarry	Diskripsi	Elev. (m)	Shear Strength		SPT Test														
					C kN/m <sup>2</sup>	φ (°)	SPT sample	N - Pukulan			N	Grafik SPT									
	10,5		6,0 - 15,0 m Pasir halus padat sangat keras warna merah coklat	4,50																	
	11,0																				
	11,5																				
	12,0					3,00															
	12,5																				
	13,0																				
	13,5																				
	14,0																				
	14,0																				
	15,0																				
0 to 10 % Trace 10 to 20 % Some 20 to 35 % Adjective 35 to 50 % And										UDS - Shelby Tube UDS - Piston UDS - Pitcher		SPT Sample PMT Test Disturbed Sample		Hal-2							
Penanggung Jawab: Lapangan  Adi Tulle					Diuji oleh: Tenaga Lapangan 1. Miki T 2. Yan Sinlaeloe  																



		PEMBORAN MESIN																	
No. Titik Bor/STA : BH- 8/3+150		Pelaksana : CV. Chrisvic Geotek				Diameter Penginti : Nx, 73 mm													
Nama Proyek : Pembangunan Mice dan Kawasan Parawisata LBJ		Lokasi : Golo Mori, Komodo di Kabupaten Manggarai Barat				Diameter Casing : 4"													
Titik Koordinat :		Berat Penumbuk SPT : 63,5 kg				Tipe Penginti : Single Core													
Tinggi Jatuh Penumbuk SPT : 75 cm		Mulai Tanggal : 11 Februari 2022				Mesin Yang Digunakan : Tone													
Jumlah Kedalaman : 15.00 m		Selesai Tanggal : 12 Februari 2022				Muka Air Tanah (MAT) : -													
Standar Acuan Mesin Bor : SNI 2436 : 2008		Juru Bor : Adi Tulle				Penanggung Jawab Lap : Adi Tulle													
MAT	Kedalaman (m)	Core Rec Query	Diskripsi	Elev. (m)	Shear Strength		SPT Test												
					C kN/m <sup>2</sup>	φ (°)	SPT Sample	N - Pukulan			Grafik SPT								
	10,5		8,0 - 15,0 m Pasir halus padat sangat keras batuan gamping warna merah coklat	4,50															
	11,0																		
	11,5																		
	12,0			3,00															
	12,5																		
	13,0																		
	13,5																		
	14,0		8,0 - 15,0 m Pasir halus padat sangat keras batuan gamping warna merah coklat																
	15,0																		
0 to 10 % Trace		UDS - Shelby Tube		SPT Sample						Hal-2									
10 to 20 % Some		UDS - Piston		PMT Test															
20 to 35 % Adjective		UDS - Pitcher		Disturbed Sample															
35 to 50 % And																			
Penanggung Jawab: Lapangan					Diuji oleh: Tenaga Lapangan														
 Adi Tulle					1. Miki T  2. Yan Sinlaeloe 														



		PEMBORAN MESIN												
No. Titik Bor/STA : BH- 9/3+550		Pelaksana : CV. Chrisvic Geotek				Diameter Penginti : Nx, 73 mm				Diameter Casing : 4"				
Nama Proyek : Pembangunan Mice dan Kawasan Parawisata LBJ		Lokasi : Golo Mori, Komodo di Kabupaten Manggarai Barat				Tipe Penginti : Single Core				Mesin Yang Digunakan : Tone				
Titik Coordinat :		Berat Penumbuk SPT : 63,5 kg				Muka Air Tanah (MAT) : -				Mulai Tanggal : 12 Februari 2022				
Tinggi Jatuh Penumbuk SPT : 75 cm		Jumlah Kedalaman : 15,00 m				Selesai Tanggal : 13 Februari 2022				Juru Bor : Adi Tulle				
Standar Acuan Mesin Bor : SNI 2436 : 2008		Penanggung Jawab Lap : Adi Tulle												
MAT	Kedalaman (m)	Core Rec Query	Diskripsi	Elev. (m)	Shear Strength		SPT Test				Grafik SPT			
					C kN/m <sup>2</sup>	φ (°)	SPT Sample	N - Pukulan				N		
	10,5		8,0 - 15,0 m Pasir halus padat sangat keras warna merah,coklat warna merah coklat	4,50										
	11,0													
	11,5													
	12,0					3,00								
	12,5													
	13,0													
	13,5													
	14,0				6,0 - 15,0 m Pasir halus padat sangat keras warna merah,coklat									
	14,5													
	15,0													
0 to 10 % Trace			UDS - Shelby Tube			SPT Sample						Hal-2		
10 to 20 % Some			UDS - Piston			PMT Test								
20 to 35 % Adjective			UDS - Pitcher			Disturbed Sample								
35 to 50 % And														
Penanggung Jawab: Lapangan						Diuji oleh: Tenaga Lapangan								
						1. Miki T								
						2. Yan Sinlaeloe								



		PEMBORAN MESIN																	
No. Titik Bor/STA : BH- 10/3+900		Pelaksana : CV. Chrisvic Geotek				Diameter Penginti : Nx, 73 mm		Diameter Casing : 4"											
Nama Proyek : Pembangunan Mice dan Kawasan Parawisata LBJ		Lokasi : Golo Mori, Komodo di Kabupaten Manggarai Barat				Tipe Penginti : Single Core		Mesin Yang Digunakan : Tone											
Titik Koordinat :		Berat Penumbuk SPT : 63,5 kg				Muka Air Tanah (MAT) : -		Mulai Tanggal : 13 Februari 2022											
Tinggi Jatuh Penumbuk SPT : 75 cm		Jumlah Kedalaman : 15.00 m				Selesai Tanggal : 14 Februari 2022		Juru Bor : Adi Tulle											
Standar Acuan Mesin Bor : SNI 2436 : 2008						Penanggung Jawab Lap :		Adi Tulle											
MAT	Kedalaman (m)	Core Rec Quarry	Diskripsi	Elev. (m)	Shear Strength		SPT Test												
					C kN/m <sup>2</sup>	Φ (°)	SPT sample	N - Pukulan			N	Grafik SPT							
	10,5		8,0 - 15,0 m	4,50															
	11,0		Pasir halus, tanah padat sangat keras warna merah,coklat																
	11,5																		
	12,0			3,00															
	12,5																		
	13,0																		
	13,5																		
	14,0		8,0 - 15,0 m																
	14,0		Pasir halus, tanah padat sangat keras warna merah,coklat																
	15,0																		
0 to 10 % Trace		10 to 20 % Some		20 to 35 % Adjective		35 to 50 % And		<input type="checkbox"/> UDS - Shelby Tube <input type="checkbox"/> UDS - Piston <input type="checkbox"/> UDS - Pitcher		<input type="checkbox"/> SPT Sample <input type="checkbox"/> PMT Test <input type="checkbox"/> Disturbed Sample		Hal-2							
Penanggung Jawab: Lapangan  Adi Tulle					Diuji oleh: Tenaga Lapangan 1. Miki T  2. Yan Sinlaeloe 														

Lampiran 6. Data Titik Bor Tanah

		FORMULIR	No Formolir
		REKAP	Tertanggal SNI
			Halaman 1
Nama Proyek : Pembangunan Mice dan Kawasan Parawisata LBJ Bahan/Kdlmn : Tanah/0.0 - 15.0 m Lokasi : Tana Mori, Komodo di Kabupaten Manggarai Barat Terlma Tanggal : 2022 Dluil Tanooal : 2022			
NO	JENIS PENGUJIAN	HASIL	SATUAN
1	LABORATORIUM (MAUBJAL IARTAH)		
	Titik Bor 1		
	- Pengujian Berat jenis		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m	2,54	-
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m	2,39	-
	- Pengujian Kadar air		
	Kedalaman 5.0 m	15,95	%
	Kedalaman 10.0 m	22,49	%
	- Pengujian Berat isi		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m	1,41	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m	1,50	g/cm <sup>3</sup>
	- Pengujian Plastisitas index		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m		
	Batas cair	49,00	%
	Batas plastis	23,00	%
	Plastisitas index	27,00	%
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m		
	Batas cair	-	%
	Batas plastis	-	%
	Plastisitas index	-	%
	- Pengujian Geser Langsung		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m		
	Kohesi (c)	10,91	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (O)	6,02	derajat
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m		
	Kohesi (c)	-	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (O)	-	derajat
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m	terlampir	-
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer		
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m	terlampir	-
	Titik Bor 2		
	- Pengujian Berat jenis		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m	2,45	-
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m	2,50	-
	- Pengujian Kadar air		
	Kedalaman 5.0 m	14,72	%
	Kedalaman 10.0 m	19,21	%
	- Pengujian Berat isi		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m	1,25	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m	1,05	g/cm <sup>3</sup>
	- Pengujian Plastisitas index		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m		
	Batas cair	52,00	%
	Batas plastis	30,00	%
	Plastisitas index	22,00	%

NO	JENIS PENGUJIAN	HASIL	SATUAN
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m		
	Batas cair	50,00	%
	Barat plastis	35,00	%
	Plastisitas Index	15,00	%
	- Pengujian Geser Langsung		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m		
	Kohesi (c)	10,73	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (O)	5,7	derajat
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m		
	Kohesi (c)	-	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (O)	-	derajat
	• Pengujian Analisa saringan/hidrometer		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m	terlampir	-
	• Pengujian Analisa saringan/hidrometer		
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m	terlampir	-
	<b>Titik Bor 3</b>		
	- Pengujian Berat jenis		
	Kedalaman 0.0 - 0.50 m	2,43	-
	Kedalaman 0.50 - 15.0 m	2,50	-
	- Pengujian Kadar air		
	Kedalaman 5.0 m	15,58	%
	Kedalaman 10.0 m	18,30	%
	• Pengujian Berat isi		
	Kedalaman 0.0 - 0.50 m	1,23	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 0.50 - 15.0 m	1,42	g/cm <sup>3</sup>
	• Pengujian Plastisitas index		
	Kedalaman 0.0 - 0.50 m		
	Batas cair	53,00	%
	Barat plastis	32,00	%
	Plastisitas index	20,00	%
	Kedalaman 0.50 - 15.0 m		
	Batas cair	-	%
	Barat plastis	-	%
	Plastisitas index	-	%
	- Pengujian Geser Langsung		
	Kedalaman 0.0 - 0.50 m		
	Kohesi (c)	13,14	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (O)	3,9	derajat
	Kedalaman 0.50 - 15.0 m		
	Kohesi (c)	-	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (O)	-	derajat
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer		
	Kedalaman 0.0 - 0.50 m	terlampir	-
	• Pengujian Analisa saringan/hidrometer		
	Kedalaman 0.50 - 15.0 m	terlampir	-
	<b>Titik Bor 4</b>		
	- Pengujian Berat jenis		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m	2,40	-
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m	2,53	-
	- Pengujian Kadar air		
	Kedalaman 5.0 m	15,08	%
	Kedalaman 10.0 m	18,36	%
	• Pengujian Berat isi		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m	1,25	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m	1,14	g/cm <sup>3</sup>

NO	JENIS PENGUJIAN	HASIL	SATUAN
	- Pengujian Plastisitas index		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m		
	Batas cair	51,00	%
	Batas plastis	31,00	%
	Plastisitas index	20,00	%
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m		
	Batas cair	51,00	%
	Batas plastis	37,00	%
	Plastisitas index	14,00	%
	- Pengujian Geser Langsung		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m		
	Koehesi (c)	10,34	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (O)	5,72	derajat
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m		
	Koehesi (c)	-	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (O)	-	derajat
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m	terlampir	-
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer		
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m	terlampir	-
	<b>Titik Bor 5</b>		
	- Pengujian Berat jenis		
	Kedalaman 0.0 - 2.0 m	2,46	-
	Kedalaman 2.0 - 15.0 m	2,53	-
	- Pengujian Kadar air		
	Kedalaman 5.0 m	15,46	%
	Kedalaman 10.0 m	-	%
	- Pengujian Berat isi		
	Kedalaman 0.0 - 2.0 m	1,32	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 2.0 - 15.0 m	1,15	g/cm <sup>3</sup>
	- Pengujian Plastisitas index		
	Kedalaman 0.0 - 2.0 m		
	Batas cair	53,00	%
	Batas plastis	26,00	%
	Plastisitas index	27,00	%
	Kedalaman 2.0 - 15.0 m		
	Batas cair	51,00	%
	Batas plastis	29,00	%
	Plastisitas index	22,00	%
	- Pengujian Geser Langsung		
	Kedalaman 0.0 - 2.0 m		
	Koehesi (c)	10,25	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (O)	6,26	derajat
	Kedalaman 2.0 - 15.0 m		
	Koehesi (c)	9,97	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (O)	5,92	derajat
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer		
	Kedalaman 0.0 - 2.0 m	terlampir	-
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer		
	Kedalaman 2.0 - 15.0 m	terlampir	-
	<b>Titik Bor 6</b>		
	- Pengujian Berat jenis		
	Kedalaman 0.0 - 1.0 m	2,42	-
	Kedalaman 1.0 - 2.0 m	2,47	-
	Kedalaman 2.0 - 15.0 m	2,51	-
	- Pengujian Kadar air		
	Kedalaman 5.0 m	14,67	%
	Kedalaman 10.0 m	16,65	%

NO	JENIS PENGUJIAN	HASIL	SATUAN
	• Pengujian Berat isi		
	Kedalaman 0.0 • 1.0 m	1,38	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 1.0 • 2.0 m	1,40	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 2.0 • 15.0 m	1,51	g/cm <sup>3</sup>
	• Pengujian Plastisitas index		
	Kedalaman 0.0 • 1.0 m		
	Batas cair	51,00	%
	Barat plastis	30,00	%
	Plastisitas Index	21,00	%
	Kedalaman 1.0 • 15.0 m		
	Batas cair	-	%
	Barat plastis	-	%
	Plastisitas Index	-	%
	• Pengujian Geser Langsung		
	Kedalaman 0.0 • 1.0 m		
	Kohesi (c)	10,4	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (φ)	7,2	derajat
	Kedalaman 1.0 • 15.0 m		
	Kohesi (c)	-	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (φ)	-	derajat
	• Pengujian Analisa saringan/hidrometer		
	Kedalaman 0.0 • 1.0 m	terlampir	-
	• Pengujian Analisa saringan/hidrometer		
	Kedalaman 1.0 • 2.0 m	terlampir	-
	• Pengujian Analisa saringan/hidrometer		
	Kedalaman 2.0 • 15.0 m	terlampir	-
	<b>Titik Bor 7</b>		
	• Pengujian Berat jenis		
	Kedalaman 0.0 • 1.0 m	2,42	-
	Kedalaman 1.0 • 6.0 m	2,47	-
	Kedalaman 6.0 • 15.0 m	2,51	-
	• Pengujian Kadar air		
	Kedalaman 5.0 m	14,67	%
	Kedalaman 10.0 m	16,65	%
	• Pengujian Berat isi		
	Kedalaman 0.0 • 1.0 m	1,29	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 1.0 • 6.0 m	1,35	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 6.0 • 15.0 m	1,48	g/cm <sup>3</sup>
	• Pengujian Plastisitas index		
	Kedalaman 0.0 • 1.0 m		
	Batas cair	50,00	%
	Barat plastis	24,00	%
	Plastisitas index	26,00	%
	Kedalaman 2.0 • 15.0 m		
	Batas cair	-	%
	Barat plastis	-	%
	Plastisitas index	-	%
	• Pengujian Geser Langsung		
	Kedalaman 0.0 • 1.0 m		
	Kohesi (c)	10,82	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (φ)	5,79	derajat
	Kedalaman 1.0 • 6.0 m		
	Kohesi (c)	-	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (φ)	-	derajat
	Kedalaman 6.0 • 15.0 m		
	Kohesi (c)	-	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (φ)	-	derajat

NO	JENIS PENGUJIAN	HASIL	SATUAN
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer Kedalaman 0.0 - 1.0 m	terlampir	
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer Kedalaman 1.0 - 6.0 m	terlampir	-
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer Kedalaman 6.0 - 15.0 m	terlampir	-
	Titik Bor 8		
	- Pengujian Berat jenis Kedalaman 0.0 - 1.0 m	2,44	-
	Kedalaman 1.0 - 5.0 m	2,54	-
	Kedalaman 5.0 - 15.0 m	2,46	-
	- Pengujian Kadar air Kedalaman 5.0 m	13,79	%
	Kedalaman 10.0 m	15,21	%
	- Pengujian Berat Isi Kedalaman 0.0 - 1.0 m	1,46	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 1.0 - 5.0 m	1,41	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 5.0 - 15.0 m	1,45	g/cm <sup>3</sup>
	- Pengujian Plastisitas Index Kedalaman 0.0 - 5.0 m		
	Batas cair	51,00	%
	Barat plastis	22,00	%
	Plastisitas Index	29,00	%
	Kedalaman 5.0 - 15.0 m		
	Batas cair	-	%
	Barat plastis	-	%
	Plastisitas index	-	%
	- Pengujian Geser Langsung Kedalaman 0.0 - 1.0 m		
	Kohesi (c)	10,72	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (φ)	6,45	derajat
	Kedalaman 1.0 - 15.0 m		
	Kohesi (c)	-	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (φ)	-	derajat
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer Kedalaman 0.0 - 1.0 m	terlampir	-
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer Kedalaman 1.0 - 5.0 m	terlampir	-
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer Kedalaman 5.0 - 15.0 m	terlampir	-
	Titik Bor 9		
	- Pengujian Berat jenis Kedalaman 0.0 - 1.0 m	2,44	-
	Kedalaman 1.0 - 5.0 m	2,54	-
	Kedalaman 5.0 - 15.0 m	2,46	-
	- Pengujian Kadar air Kedalaman 5.0 m	14,12	%
	Kedalaman 10.0 m	16,17	%
	- Pengujian Berat isi Kedalaman 0.0 - 1.0 m	1,40	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 1.0 - 3.0 m	-	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 3.0 - 15.0 m	1,51	g/cm <sup>3</sup>
	- Pengujian Plastisitas index Kedalaman 0.0 - 1.0 m		
	Batas cair	51,00	%
	Barat plastis	24,00	%
	Plastisitas index	27,00	%

NO	JENIS PENGUJIAN	HASIL	SATUAN
	- Pengujian Plastisitas Index Kedalaman 1.0 - 30 m		
	Batas cair	-	%
	Barat plastis	-	%
	Plastisitas Index	-	%
	- Pengujian Plastisitas index Kedalaman 3.0 - 15.0 m		
	Batas cair	51,00	%
	Barat plastis	24,00	%
	Plastisitas Index	27,00	o/o
	- Pengujian Geser Langsung Kedalaman 0.0 - 1.0 m		
	Kohesi (c)	10,81	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (O)	6,5	derajat
	Kedalaman 1.0 - 3.0 m		
	Kohesi (c)	-	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (O)	-	derajat
	Kedalaman 3.0 - 15.0 m		
	Kohesi (c)	-	kN/m <sup>2</sup>
	Sudut Geser (O)	-	derajat
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer Kedalaman 0.0 - 1.0 m	terlampir	-
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer Kedalaman 1.0 - 3.0 m	terlampir	-
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer Kedalaman 3.0 - 15.0 m	terlampir	-
	<b>Titik Bor 10</b>		
	- Pengujian Berat Jenis Kedalaman 0.0 - 1.0 m	2,47	-
	Kedalaman 1.0 - 2.0 m	2,52	-
	Kedalaman 2.0 - 3.0 m	2,57	-
	Kedalaman 3.0 - 15.0 m	2,48	-
	- Pengujian Kadar air Kedalaman 50 m	16,28	%
	Kedalaman 100 m	18,23	o/o
	- Pengujian Berat Isi Kedalaman 0.0 - 1.0 m	1,40	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 1.0 - 2.0 m	1,37	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 2.0 - 3.0 m	1,39	g/cm <sup>3</sup>
	Kedalaman 3.0 - 15.0 m	1,40	g/cm <sup>3</sup>
	- Pengujian Plastisitas Index Kedalaman 0.0 - 1.0 m		
	Batas cair	51,00	o/o
	Barat plastis	34,00	%
	Plastisitas index	17,00	%
	- Pengujian Plastisitas index Kedalaman 1.0 - 15.0 m		
	Batas cair	-	o/o
	Barat plastis	-	%
	Plastisitas index	-	o/o

NO	JENIS PENGUJIAN	HASIL	SATUAN
	- Pengujian Geser Langsung Kedalaman 0.0 - 1.0 m Kohesi (c) Sudut Geser (O)	11,15 6,3	kN/m <sup>2</sup> derajat
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer Kedalaman 1.0 - 15.0 m Kohesi (c) Sudut Geser (O)		kN/m <sup>2</sup> derajat
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer Kedalaman 0.0 - 1.0 m	terlampir	
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer Kedalaman 1.0 - 2.0 m	terlampir	
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer Kedalaman 2.0 - 3.0 m	terlampir	
	- Pengujian Analisa saringan/hidrometer Kedalaman 3.0 - 15.0 m	terlampir	

Disetujui oleh  
Manejer Teknik

Diuji oleh Teknisi



Yuniar M.N. Silalahi, ST  
Nip.19750630 200801 2 012

1. Mariano De~

2. Sipri Tefa

