

**TESIS**

**ANALISIS KESTABILAN LERENG PADA VILLA  
FUMIDA DESA KUTA KAMPUNG BABAKAN  
MEGAMENDUNG BOGOR**

**Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)**



**Oleh :**

**ARYA ADIKA RIYANSYAH**

**NIM : 20202300101**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG  
2025**

**LEMBAR PERSETUJUAN TESIS**

**ANALISIS KESTABILAN LERENG PADA VILLA FUMIDA  
DESA KUTA KAMPUNG BABAKAN MEGAMENDUNG  
BOGOR**

**Disusun oleh :**

**ARYA ADIKA RIYANSYAH**

**NIM : 20202300101**

Telah disetujui oleh :

Tanggal, 09 Januari 2025  
Pembimbing I,

Tanggal, 13 Januari 2025  
Pembimbing II,

Dr. Ir. Rinda Karlina Sari, MT  
NIK. 210297022

Ir. Moh. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D  
NIK. 210296020

**LEMBAR PENGESAHAN TESIS**

**ANALISIS KESTABILAN LERENG PADA VILLA FUMIDA  
DESA KUTA KAMPUNG BABAKAN MEGAMENDUNG  
BOGOR**

**Disusun oleh :  
ARYA ADIKA RIYANSYAH  
NIM : 20202300101**

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :  
24 Januari 20205

Tim Penguji:

1. Ketua



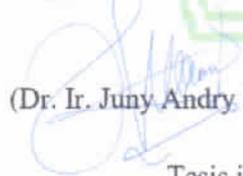
(Dr. Ir. Rinda Karlina Sari, MT)

2. Anggota



(Prof. Dr. Ir. Henny Pratiwi Adi, ST., MT)

3. Anggota

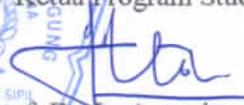


(Dr. Ir. Juny Andry Sulisty, ST., MT)

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk  
memperoleh gelar Magister Teknik (MT)  
Semarang, (pada saat acc dosen penguji)

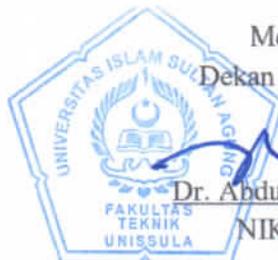
Mengetahui,  
Ketua Program Studi



  
Prof. Dr. Ir. Antonius, MT

NIK. 210202033

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik



  
Dr. Abdul Rochim, ST., MT

NIK. 210200031

## **MOTTO**

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.” (Ali Imran ayat 110)

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya." -  
(Al Baqarah ayat 286)

"Jangan pernah menyerah jika kegagalan selalu menerpamu, tapi beristirahatlah sejenak, lalu mulai lagi untuk melangkah dengan penuh keyakinan, dan tawakkal".  
(Penulis)

"Selalu libatkan Allah dalam hal apapun, termasuk jika tali sandalmu putus, maka mintalah kepada Allah agar menggantinya".  
(Penulis)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya juga sehingga penulisan Tesis yang berjudul “Analisis Kestabilan Lereng pada Villa Fumida Desa Kuta Kampung Babakan Megamendung Bogor” dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Shalawat serta salam tak henti-hentinya kita panjatkan atas Nabi Muhammad SAW.

Tesis ini dapat terselesaikan dengan baik berkat bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua ibu Sulimah dan bapak Suwarto atas segala doa, motivasi dan dukungan baik secara moril maupun materi selama menganalisis dan penulisan tesis ini.
2. Istri tercinta Elis Nurjanah, S.M, yang selalu mensupport dalam setiap tugas dan penulisan tesis, serta anak-anakku Azzam Asyraf Arkana dan Almahyra Zea Arkana yang tersayang atas pengertian waktunya untuk bisa menyelesaikan tesis ini
3. Ibu Dr. Ir. Rinda Karlina Sari, MT., selaku selaku Dosen Pembimbing I atas segala bimbingan dan dukungan dalam penyelesaian tesis ini.
4. Bapak Ir. M. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D.,\_selaku Dosen Pembimbing II atas segala bimbingan dan dukungan dalam penyelesaian tesis ini.
5. Bapak Abdurrahman sebagai owner Villa fumida yang telah mengizinkan lokasi Villa tersebut sebagai bahan studi kasus tesis.
6. Kak Junaidi dan Kak Desty Wulandari serta keponakanku Qafisha Azzahra Zehdyan yang selalu memberi semangat dan dukungan selama menganalisis tesis dan penulisan tesis ini.
7. Adikku Raffi Nugraha Taufik, S.Tr.T dan Diah Anggraini, Amd.T yang membantu dalam menyelesaikan tugas dan penulisan tesis ini
8. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tesis ini

## ABSTRAK

Musim hujan yang terjadi disebagian wilayah Indonesia merupakan musim yang sangat dikhawatirkan akan terjadinya longsor, seperti di Lampung dan di Bandung, beberapa rumah mewah didalam suatu komplek perumahan mengalami longsor yang sangat parah, bahkan rumah yang persis diatas lereng tersebut seperti hilang kedalam tanah sehingga mengakibatkan beberapa rumah lainnya juga rusak parah. Akibat dari kejadian itu pemilik rumah pun mengalami kerugian yang besar akibat longsor tersebut.

Hasil analisis infiltrasi air hujan pada lereng menunjukkan *safety factor* semakin menurun akibat hujan selama 6 jam. Pada lereng sebelum hujan, nilai *safety factor* lereng adalah 1,292. Sedangkan pada kondisi 6 jam hujan menyebabkan *safety factor* lereng turun sebesar 0.7% menjadi sebesar 1,285. Maka dari tabel 2.3 bisa diklasifikasikan bahwa lereng initial sebelum hujan tersebut bernilai  $> 1,25$ , yang berarti Intensitas longsor jarang terjadi terjadi atau lereng stabil. Sedangkan setelah hujan lereng menjadi kritis karena nilai *safety factor* nya  $< 1,25$ . Perkuatan dinding penahan tanah pasangan batu kali memiliki nilai faktor aman terhadap penggulingan sebesar 3,20 atau  $\geq 1,5$ , yang berarti dinding penahan tanah tersebut aman terhadap penggulingan. Sedangkan untuk nilai faktor aman terhadap geser sebesar 24,72 atau  $\geq 1,5$ , yang berarti dinding penahan tanah tersebut aman terhadap pergeseran. Untuk Nilai  $Q_{max}$  sebesar 1,21  $kN/m^2$  dan  $Q_{all}$  sebesar 90,45  $kN/m^2$ , yang artinya daya dukung tanah mampu menahan dinding penahan tanah pasangan batu kali karena  $Q_{max} < Q_{all}$ . Hasil analisis infiltrasi air hujan pada lereng dan dinding penahan tanah pasangan batu kali, menunjukkan *safety factor* sebelum hujan mempunyai nilai SF 1,324. Sedangkan kondisi 6 jam hujan nilai SF nya mengalami penurunan kecil 0,029 menjadi 1,295 atau sekitar 2,2 %.

Dari hasil penelitian, diperoleh bahwa pada permodelan dengan adanya DPT mengakibatkan air yang masuk ke lereng tidak akan tembus ke dinding penahan tersebut, dan langsung dialirkan ke permukaan dinding penahan tanah, sehingga tidak ada air yang naik ke permukaan lereng, dan nilai SF nya bisa dikatakan stabil.

Kata kunci : analisis infiltrasi, lereng, longsor

## ABSTRAC

The rainy season that occurs in parts of Indonesia is a season where there is great concern about landslides, such as in Lampung and in Bandung, several luxury houses in a housing complex experienced very serious landslides, even the house right on the slope seemed to disappear into the ground, resulting in several Other houses were also badly damaged.

The results of the analysis of rainwater infiltration on the slopes show that the safety factor is decreasing due to rain for 6 hours. On the slope before it rains, the slope safety factor value is 1.292. Meanwhile, in conditions of 6 hours of rain, the slope safety factor decreases by 0,8% to 1.285. So from table 2.3 it can be classified that the initial slope before the rain has a value of  $> 1.25$ , which means that the landslide intensity rarely occurs or the slope is stable. Meanwhile, after it rains, the slope becomes critical because the safety factor value is  $< 1.25$ . Reinforcement of stone masonry retaining walls has a safety factor value against overturning of 3.20 or  $\geq 1.5$ , which means that the retaining wall is safe against overturning. Meanwhile, the safety factor value against sliding is 24.72 or  $\geq 1.5$ , which means that the retaining wall is safe against shifting. The  $Q_{max}$  value is 1.21 kN/m<sup>2</sup> and  $Q_{all}$  is 90.45 kN/m<sup>2</sup>, which means that the bearing capacity of the soil is able to withstand the river masonry retaining wall because  $Q_{max} < Q_{all}$ . The results of the analysis of rainwater infiltration on the slopes and retaining walls of river stone masonry show that the safety factor before rain has an SF value of 1.324. Meanwhile, under 6 hours of rain, the SF value experienced a small decrease of 0.029 to 1.295 or around 2.2%.

From the research results, it was found that the modeling with the presence of DPT resulted in water entering the slope not penetrating the retaining wall, and flowing directly to the surface of the retaining wall, so that no water rose to the surface of the slope, and the SF value could be said to be stable.

Key words: infiltration analysis, slopes, landslides

UNISSULA  
جامعة سلطان أبوبوع الإسلامية

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ARYA ADIKA RIYANSYAH  
NIM : 20202300101

Dengan ini saya nyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

### **ANALISIS KESTABILAN LERENG PADA VILLA FUMIDA DESA KUTA KAMPUNG BABAKAN MEGAMENDUNG BOGOR**

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Palembang, 3 Februari 2025



ARYA ADIKA RIYANSYAH



## KATA PENGANTAR

Saya bersyukur kepada Allah Subhanahu Wataala tuhan yang maha esa yang telah melimpahkan berbagai anugerah, sehingga memungkinkan untuk menyelesaikan tesis ini dengan baik. Tesis ini menguraikan tentang “Analisis Kestabilan Lereng pada Villa Fumida Desa Kuta Kampung Babakan Megamendung Bogor”.

Saya berhasil menyelesaikan penulisan tesis ini berkat dukungan dari berbagai pihak, termasuk Ibu Dr. Ir. Rinda Karlina Sari, MT yang merupakan dosen pembimbing I, dan Bapak Ir. M. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D yang juga merupakan dosen pembimbing II. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terimakasih atas dedikasi dan kontribusi mereka dalam penulisan tesis ini.

Tesis ini ditulis dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik (MT) Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan kontribusi dalam penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk menyempurnakan isi dan penyajian dimasa yang akan datang. Semoga tesis ini bermanfaat bagi pembaca sebagai media penambah pengetahuan

Palembang, Januari 2025



Penulis

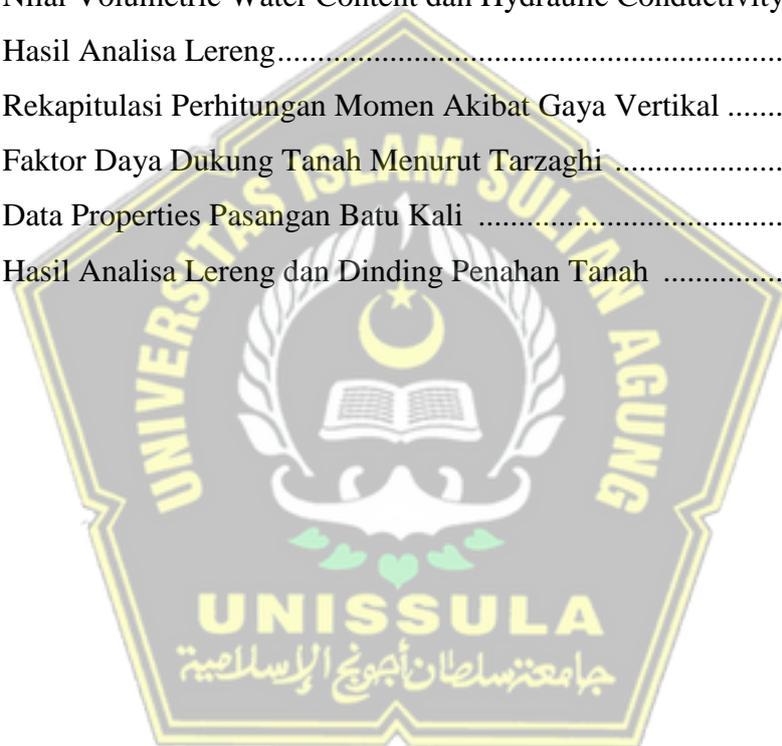
## DAFTAR ISI

<b>COVER</b> , .....	I
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> , .....	II
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> , .....	III
<b>MOTTO</b> , .....	IV
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> , .....	V
<b>ABSTRAK</b> , .....	VI
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN</b> , .....	VIII
<b>KATA PENGANTAR</b> , .....	IX
<b>DAFTAR ISI</b> , .....	X
<b>DAFTAR TABEL</b> , .....	XII
<b>DAFTAR GAMBAR</b> , .....	XIII
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> , .....	XV
<b>ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN</b> , .....	XVI
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> , .....	1
1.1 Latar Belakang, .....	1
1.2 Rumusan Masalah, .....	3
1.3 Batasan Masalah, .....	3
1.4 Manfaat Penelitian, .....	4
1.5 Tujuan Penelitian, .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> , .....	5
2.1 Lereng, .....	5
2.1.1 Kestabilan Lereng, .....	6
2.1.2 Keruntuhan Lereng/Longsor, .....	6
2.1.3 Teori Kelongsoran, .....	7
2.1.4 Faktor Penyebab Terjadinya Keruntuhan Lereng, .....	9
2.2 Kuat Geser Tanah ( <i>Shear Strength</i> ), .....	12
2.3 Perubahan Tekanan Air Pori, .....	14
2.4 Stabilitas Lereng, .....	15
2.4.1 Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Stabilitas Lereng, .....	15
2.4.2 Pengaruh Infiltrasi Terhadap Stabilitas Lereng, .....	18
2.4.3 Analisa Stabilitas Lereng, .....	19
2.5 Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Program Geostudio	

<i>Seep/W &amp; Slope/W</i> , , .....	20
2.6 Analisis Dinding Penahan Tanah, .....	23
2.6.1 Tekanan Tanah Lateral, .....	23
2.6.2 Kapasitas Daya Dukung Tanah, .....	25
2.6.3 Stabilitas Terhadap Guling, .....	26
2.6.4 Stabilitas Terhadap Sliding/Geser, .....	26
2.7 Kajian Penelitian Terdahulu, .....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN,</b> .....	<b>33</b>
3.1 Lokasi Penelitian, .....	33
3.2 Variabel Penelitian, .....	35
3.3 Metode Pengumpulan Data, .....	35
3.3.1 Data Primer, .....	35
3.3.2 Data Sekunder, .....	35
3.4 Metode Pengolahan Data, .....	36
3.5 Metode Analisis Data, .....	46
3.5.1 Output Penelitian, .....	47
3.6 Bagan Alir Penelitian, .....	48
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN,</b> .....	<b>49</b>
4.1 Pengolahan Data Tanah, .....	49
4.2 Analisis Kestabilan Lereng Dalam Kondisi Hujan Dengan Perangkat Lunak <i>Seep/W</i> dan <i>Slope/W</i> , .....	50
4.3 Analisis Dinding Penahan Tanah (DPT) Pasangan Batu, .....	56
4.4 Analisi Kestabilan Lereng Dengan Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kali (Existing) Dalam Kondisi Normal (Initial) dan Kondisi Hujan Dengan Perangkat Lunak <i>Seep/W</i> dan <i>Slope/W</i> , .....	66
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN,</b> .....	<b>72</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA,</b> .....	<b>74</b>
<b>LAMPIRAN,</b> .....	<b>77</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1	Tingkat Kelajuan Longsoran ..... 11
2.2	Rekomendasi Nilai Faktor Keamanan (FK) Berdasarkan Resiko ..... 20
2.3	Hubungan Faktor keamanan dan Kemungkinan Longsor ..... 20
2.4	Nilai-nilai Faktor Kapasitas Dukung Tanah Terzaghi ..... 25
2.5	Kajian Penelitian Terdahulu, ..... 27
3.1	Data Sekunder, ..... 35
4.1	Nilai Volumetric Water Content dan Hydraulic Conductivity ..... 50
4.2	Hasil Analisa Lereng..... 56
4.3	Rekapitulasi Perhitungan Momen Akibat Gaya Vertikal ..... 60
4.4	Faktor Daya Dukung Tanah Menurut Terzaghi ..... 65
4.5	Data Properties Pasangan Batu Kali ..... 66
4.6	Hasil Analisa Lereng dan Dinding Penahan Tanah ..... 71



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Skema Keruntuhan Lereng .....	7
2.2 Rotational Slide.....	8
2.3 Translational Slide .....	8
2.4 Surface Slide .....	9
2.5 Deep Slide .....	9
2.6 Keruntuhan Lereng karena Erosi .....	10
2.7 Keruntuhan Lereng karena Perubahan Ketinggian Muka Air .....	10
2.8 Keruntuhan Lereng Akibat Gempa Bumi .....	11
2.9 Contoh Analisis dengan Program <i>Slope/W</i> .....	21
2.10 Contoh <i>Output</i> Program <i>Seep/W</i> .....	23
2.11 Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam .....	23
2.12 Distribusi Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam .....	24
2.13 Keruntuhan Stabilitas terhadap Guling .....	26
3.1 Titik Lokasi Penelitian .....	33
3.2 Lokasi <i>Existing</i> Sebelum Pembangunan Villa Fumida .....	33
3.3 Lokasi <i>Existing</i> .....	34
3.4 Villa Fumida .....	34
3.5 Cross Section Dinding Penahan Tanah .....	36
3.6 Membuka Program Geostudio 2023 .....	37
3.7 Memulai Project Baru .....	38
3.8 Memilih Jenis Metode Analisis .....	38
3.9 Memilih Initial Head/PWP Condition Form .....	39
3.10 Mengisi Menu Tab Time .....	39
3.11 Menggambar Lereng .....	40
3.12 Menggambar Tinggi Muka Air .....	40
3.13 Membuat Boundary Conditions .....	41
3.14 Assign Boundary Conditions .....	41
3.15 Membuat Define Material .....	42
3.16 Assign Material .....	42
3.17 Menjalankan Analisa .....	43

3.18	Define Project .....	43
3.19	Membuat Define Project .....	44
3.20	Tab Define Project .....	44
3.21	Define Materials .....	45
3.22	Bidang Gelincir Lereng .....	45
3.23	Hasil Analisa Lereng .....	46
3.24	Bagan Alir Penelitian, .....	48
4.1	<i>Boring Log</i> (NSPT) .....	49
4.2	Grafik Volumetric Water Content Lapisan Tanah 1 .....	51
4.3	Grafik Volumetric Water Content Lapisan Tanah 2 .....	51
4.4	Grafik Volumetric Water Content Lapisan Tanah 3 .....	52
4.5	Grafik Volumetric Water Content Lapisan Tanah 4 .....	52
4.6	Lereng Sebelum Hujan, Pola Distribusi Tekanan Air Pori .....	53
4.7	Lereng Sebelum Hujan, Bidang Longsor Lereng .....	53
4.8	Lereng Sebelum Hujan, Faktor Keamanan Lereng 1,297 .....	54
4.9	Kondisi Lereng 6 Jam Hujan, Pola Distribusi Tekanan Air Pori .....	54
4.10	Kondisi Lereng 6 Jam Hujan, Bidang Longsor Lereng .....	55
4.11	Kondisi Lereng 6 Jam Hujan, Faktor Keamanan Lereng 1.213 .....	55
4.12	Detail Turap Dinding Penahan Tanah <i>Existing</i> .....	57
4.13	Properties Lapisan Tanah .....	57
4.14	Berat Konstruksi .....	58
4.15	Koefisien Tekanan Tanah .....	61
4.16	Grafik Volumetric Water Content Untuk Pasangan Batu Kali .....	67
4.17	Lereng dan Dinding Tekanan Air Pori Sebelum Hujan.....	68
4.18	Lereng dan Dinding Bidang Longsor Lereng Sebelum Hujan .....	68
4.19	Faktor Keamanan Lereng dan Dinding Sebelum Hujan .....	69
4.20	Lereng dan Dinding Tekanan Air Pori Hujan 6 Jam .....	69
4.21	Lereng dan Dinding Bidang Longsor Lereng Hujan 6 Jam.....	70
4.22	Faktor Keamanan Lereng dan Dinding Hujan 6 Jam.....	70

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Geologi Drilling Log.....	77
2 Tabel Hasil Laboratorium Mekanika Tanah Villa Fumida.....	78
3 Data Curah Hujan Harian Maksimum Kecamatan Megamendung ..	79



## ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

$\gamma$	: Berat isi tanah ( $\text{g/cm}^3$ )
H	: Tinggi dinding (m)
$\varphi$	: Sudut geser tanah ( $^\circ$ )
UU	: <i>unconsolidated undrained</i>
CPT	: <i>Cone Penetration Test</i>
SPT	: <i>Standard Penetration Test</i>
CU	: <i>Consolidated undrained</i>
MAT	: Muka Air Tanah
Qu	: Kapasitas dukung Ultimate
c	: Kohesi ( $\text{kN/m}^2$ )
Df	: Kedalaman pondasi (m)
B	: Panjang pondasi (m)
$N_\gamma, N_c, N_q$	: Faktor kapasitas dukung tanah (fungsi $\varphi$ )
e	: Eksintritas
Fgl	: Faktor aman terhadap guling
Fgs	: Faktor aman terhadap pergeseran
$\Sigma R_h$	: Tahanan dinding penahan tanah terhadap pergeseran
$\Sigma P_h$	: Jumlah gaya gaya horizontal
$\Sigma R_h$	: Tahanan dinding penahan tanah terhadap pergeseran
$C_d$	: C2 (adhesi antara tanah dan dasar dinding)
B	: Panjang Pondasi
$\Sigma W$	: Berat total dinding penahan dan tanah diatas plat pondasi
$\delta_b$	: Sudut geser antara tanah dan dasar pondasi
RMR	: Rock Mass Rating
SMR	: Slope Mass Rating
UCS	: Uniaxial Compressive Strength
FK	: Faktor Keamanan
DPT	: Dinding Penahan Tanah <i>Existing</i>
$\Sigma M_w$	: Jumlah momen yang melawan pergulingan
$\Sigma M_h$	: Jumlah momen yang menyebabkan penggulingan
$c_3$	: Kohesi lapisan tanah asli

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Musim hujan yang terjadi di sebagian wilayah Indonesia merupakan musim yang sangat dikhawatirkan akan terjadinya longsor, seperti di Bogor, tepatnya di kecamatan Megamendung, Desa Kuta Kampung Babakan, terdapat sebuah villa yakni Villa Fumida yang berlokasi di sebuah lereng, dengan kemiringan yang dapat menjadi penyebab longsor terjadi.

Potensi tanah longsor berpengaruh terhadap berbagai hal. Salah satu hal dipengaruhi adalah kerentanan terhadap bangunan di atasnya. Kajian kerentanan secara detail dirasa penting untuk meningkatkan keamanan bangunan. Hal ini di karenakan kajian kerentanan detail sangat membantu dalam mengurangi dampak yang di timbulkan dari longsor terhadap bangunan. Kajian yang lebih detail terhadap daerah-daerah yang rawan longsor sangat di perlukan mengingat keamanan bangunan gedung yang digunakan merupakan tempat tinggal bagi manusia didalamnya.

Longsor biasanya terjadi saat musim penghujan karena air hujan akan masuk ke dalam tanah dan akan menyebabkan tanah menjadi jenuh, tanah yang jenuh terdapat tekanan air pori, karena hujan yang lama maka tekanan air pori di tanah akan naik, naiknya tekanan air pori menyebabkan kuat geser tanah menjadi kecil dan pada akhirnya tanah menjadi labil dan rawan longsor.

Istilah “tanah longsor” digambarkan sebagai berbagai macam proses yang menghasilkan pergerakan ke bawah dan ke luar dari material-material pembentuk lereng termasuk batu, tanah, tanaman, material buatan manusia, atau kombinasi dari semuanya. Material-material tersebut dapat bergerak dengan jatuh, gugur, tergelincir, menyebar atau mengalir. Meskipun tanah longsor utamanya terkait dengan daerah pegunungan, tanah longsor juga dapat terjadi di daerah yang umumnya datar. Di daerah yang datar, tanah longsor terjadi sebagai kegagalan dari proses cut and fill (penggalian jalan dan bangunan), kegagalan lereng sungai, longsor yang menyebar ke samping, runtuhnya tumpukan limbah tambang (terutama batu bara), dan berbagai macam

kerusakan lereng yang terkait dengan tambang dan tambang terbuka (USGS, 2004).

Usaha perbaikan lereng yang akan dilakukan adalah dengan konstruksi dinding penahan tanah (retaining wall). Dinding penahan tanah paling sering digunakan saat dibutuhkan cut and fill pada stabilisasi lereng, dan tidak ada cukup ruang yang tersedia untuk lereng itu sendiri. Dinding penahan harus dibuat cukup dalam sehingga permukaan slip kritis melewatinya dengan faktor keamanan yang memadai. Selain itu, kemampuan dinding penahan untuk bekerja sebagai massa penstabil lereng adalah fungsi dari seberapa baik dinding menahan momen terbalik, gaya geser pada atau di bawah alasnya, dan gaya geser internal serta tegangan tekuk (Abramson et al, 2002).

Daerah Puncak Bogor adalah daerah yang sangat rawan akan terjadi longsor, karena kebanyakan daerah di sana adalah daerah tebing yang bertingkat elevasinya, sehingga banyak dijadikan investor sebagai nilai plus untuk view pembuatan villa ataupun hunian. Tidak sedikit terjadi kelongsoran akibat tidak adanya perhitungan dalam membangun sebuah gedung diatas tanah lereng tersebut. Bahkan banyak juga yang mengacuhkan masalah longsor tersebut dengan dalih ingin lebih menghemat biaya tanpa membangun dinding penahan tanah ataupun bangunan penahan longsor lainnya.

Untuk mengetahui faktor keamanan lereng dilokasi penelitian dibutuhkan suatu analisis stabilitas lereng yang dapat memodelkan sesuai dengan kondisi asli di lapangan agar terjadi kondisi pendekatan dalam hasil analisis dan memudahkan dalam memodelkan penanganannya, salah satunya dengan menggunakan program *Geostudio Seep/W*.

*Geostudio Seep/W* digunakan untuk menganalisis rembesan yang terjadi pada lapisan tanah akibat adanya beda tinggi energi total akibat proses infiltrasi air hujan. Untuk studi kasus ini, kita menggunakan Software *Geostudio Seep/W* dan *Slope/W* yang bertujuan untuk menganalisa lereng pada saat hujan atau musim hujan, dan stabilitas lereng, karena lokasi tersebut terkenal dengan nama kota hujan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana keadaan muka air tanah di dalam lapisan tanah lereng yang terjadi hujan terus menerus selama 6 jam dengan menggunakan program bantu *Seep/W*.
2. Bagaimana *safety factor* lereng akibat infiltrasi air hujan, setelah kondisi hujan 6 jam dengan analisis menggunakan program bantu *Slope/W*.
3. Bagaimana stabilitas lereng desain *existing* pasangan batu (dinding penahan tanah) sebagai *retaining wall*, dengan menghitung stabilitas terhadap guling, stabilitas terhadap geser/sliding, serta stabilitas daya dukung dinding penahan tanah tersebut dengan menggunakan persamaan Terzaghi.
4. Bagaimana *safety factor* lereng setelah diberi Dinding Penahan Tanah pasangan batu kali (*existing*) dengan kondisi hujan 6 jam.

## 1.3 Batasan Masalah

Mengingat luasnya ruang lingkup penelitian serta keterbatasan sumber daya dan kemampuan, diperlukan batasan yang menjadi fokus penelitian, yaitu sebagai berikut:

1. Lokasi Penelitian berada di Villa Fumida, Desa Kuta Kampung Babakan, Kecamatan Megamendung, Puncak, Kabupaten Bogor.
2. Penelitian difokuskan hanya pada titik lokasi Villa Fumida.
3. Analisis stabilitas lereng dilakukan dengan menggunakan program *Geostudio Seep/W* dan *Slope/W*, dan parameter tanah berdasarkan hasil uji laboratorium.
4. Penelitian ini tidak menghitung beban gempa, beban di atasnya atau beban bangunan di atasnya.
5. Untuk cross section dinding penahan tanah sudah ditentukan yaitu panjang 23 meter.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk mengetahui *safety factor* stabilitas lereng dengan menggunakan data tanah yang diambil dari lokasi Villa Fumida, baik tanpa dinding penahan tanah, maupun dengan dinding penahan tanah dalam kondisi hujan 6 jam, pada Desa Kuta Kampung Babakan, Kec. Megamendung, Puncak, Kab. Bogor dengan menggunakan program *Geostudio Seep/W* dan *Slope/W*.

#### 1.5 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis stabilitas lereng secara numerik ditinjau dari perubahan ketinggian muka air tanah akibat pengaruh intensitas curah hujan selama 6 jam menggunakan perangkat lunak *Geostudio Seep/W* dan *Slope/W*.
2. Menganalisis stabilitas guling, stabilitas geser/sliding, serta stabilitas daya dukung dinding penahan tanah *existing* dengan persamaan Terzaghi, sesuai *existing* yang ada dilokasi.
3. Menganalisis stabilitas lereng dengan perkuatan dinding penahan tanah pasangan batu kali (*existing*) dengan kondisi hujan selama 6 jam.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Lereng

Permukaan tanah yang memiliki kemiringan tertentu terhadap garis horizontal disebut dengan lereng bebas. Lereng sendiri bisa terjadi secara alami maupun dibuat oleh manusia (Das dan Sivakugan, 2016). Lereng pada tanah dan batuan bisa ditemukan hampir di seluruh topografi alam maupun pada struktur buatan manusia. Jalan tol, bendungan, tanggul, kanal, dan *stockpile* tambang dibangun dengan membuat lereng pada muka tanah karena membangun lereng secara umum lebih murah daripada membangun dinding (Budhu, 2010). Dalam dunia Teknik Sipil, ada tiga jenis lereng antara lain (Pangemanan dan Sompie, 2014):

1. Lereng alam, yaitu lereng yang terbentuk secara alami melalui proses yang terjadi di alam, seperti proses erosi baik oleh angin maupun air, cuaca, gempa, maupun misal lereng-lereng di sepanjang sungai dan bukit.
2. Lereng buatan yang dibentuk menggunakan tanah asli, misalnya bila suatu permukaan tanah dipotong untuk pembuatan tambang, jalan atau saluran air untuk irigasi.
3. Lereng buatan yang dibentuk menggunakan tanah timbunan yang dipadatkan, misal tanggul pada sungai, tanggul untuk jalan atau bendungan urugan menggunakan tanah.

Sedangkan baik lereng alam maupun lereng buatan, lereng dapat dibedakan menjadi (Murthy, 2002) :

1. Lereng tak terbatas/*infinite slope*  
Istilah lereng tak terbatas digunakan untuk menunjukkan lereng yang memiliki kemiringan konstan dengan luasan yang tak terbatas. Lereng muka gunung yang panjang adalah contoh dari lereng tak terbatas.
2. Lereng terbatas/*finite slope*  
Sementara lereng terbatas adalah lereng yang mempunyai batas luas/wilayah. Lereng urugan dan bendungan tanah merupakan contoh dari lereng terbatas. Panjang lerengnya tergantung dari tinggi

bendungan atau urugan. Lereng inilah yang ditinjau dalam penelitian ini.

### **2.1.1 Kestabilan Lereng**

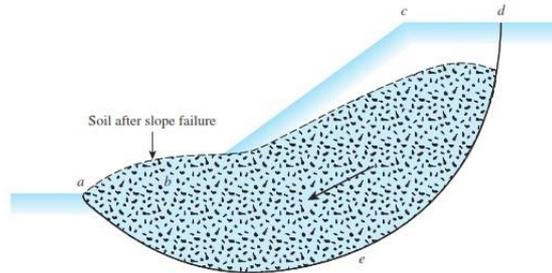
Lereng merupakan bagian dari permukaan bumi yang membentuk kemiringan tertentu. Sedangkan kestabilan lereng adalah suatu kondisi atau keadaan yang mantap/stabil terhadap suatu bentuk dan dimensi lereng (Duncan, et al, 2005). Kemiringan lereng terjadi akibat perubahan permukaan bumi di berbagai tempat yang disebabkan oleh gaya-gaya eksogen dan gaya-gaya endogen yang terjadi sehingga mengakibatkan perbedaan letak ketinggian titik-titik diatas permukaan bumi. Kemiringan lereng bisa menyebabkan erosi melalui *run-off*. Makin curam lereng makin besar laju dan jumlah aliran permukaan dan mengakibatkan semakin besar erosi yang terjadi. Selain itu partikel tanah yang terpercik akibat tumbukan butir hujan makin banyak (Arsyad, 2000).

Lereng mempengaruhi erosi dalam hubungannya dengan kecuraman dan panjang lereng. Lahan dengan kemiringan yang curam (30-45%) memiliki pengaruh gaya berat (*gravity*) yang lebih besar dibandingkan lahan dengan kemiringan lereng agak curam (15-30%) dan landai (8- 15%). Hal ini disebabkan gaya berat semakin besar sejalan dengan semakin miringnya permukaan tanah dari bidang horizontal. Gaya berat ini merupakan persyaratan mutlak terjadinya proses pengikisan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*sedimentation*) (Wiradisatra, 1999). Jumlah erosi yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh intensitas curah hujan dan kemiringan lahan. Semakin tinggi intensitas dan kemiringan lahan maka jumlah erosi yang terjadi semakin meningkat.

### **2.1.2 Keruntuhan Lereng**

Bila suatu permukaan tanah tidak horizontal atau memiliki sudut tertentu, gaya gravitasi cenderung akan menarik tanah ke arah bawah. Selain gaya gravitasi yang menarik ke arah bawah, juga terdapat gaya-gaya yang bekerja menahan/melawan gaya gravitasi tersebut sehingga kedudukan tanah tersebut tetap stabil. Jika gaya gravitasi tersebut cukup besar, badan tanah di zona *abcdea*

dapat bergeser kebawah (Gambar 2.1). Hal ini dapat terjadi apabila gaya yang ditimbulkan dari pergerakan tanah lebih besar dari kekuatan geser tanah di sepanjang keretakan yang terjadi (Das dan Sivakugan, 2016).



**Gambar 2.1.** Skema Keruntuhan Lereng

### 2.1.3 Teori Kelongsoran

Gerakan tanah merupakan proses perpindahan massa tanah atau batuan dengan arah tegak, mendatar atau miring terhadap kedudukan semula karena pengaruh air, gravitasi, dan beban luar. Untuk mempermudah pengenalan tipe gerak tanah dan membantu dalam menentukan penyebab serta cara penanggulangannya maka perlu adanya pengklasifikasian tanah berdasar material yang bergerak, jenis gerakan dan mekanismenya. Adapun macam-macam gerakan tanah yang umumnya terjadi (Harijan, 2022) yaitu :

1. Aliran Cepat (*Rapid Flowage*)

Gerakan tanah jenis aliran pada umumnya material yang bergerak terlihat cepat dan dapat diikuti dengan kecepatan mata melihat. Umumnya terjadi pada material lunak yang jenuh air dan terdapat pada daerah berlereng. Ditinjau dari jenis material yang bergerak, maka dibedakan menjadi :

- a. Aliran tanah (*earth flow*), material yang bergerak berupa tanah.
- b. Aliran lumpur (*mud flow*), material yang bergerak berupa lumpur.

2. Amblesan (*Subsidence*)

Jenis gerakan tanah yang berupa turunnya permukaan secara bersama-sama secara cepat atau lambat tergantung kondisi geologi maupun topografi daerah tersebut. Umumnya terjadi pada daerah yang lunak serta terdapat beban di atasnya.

### 3. Runtuhan

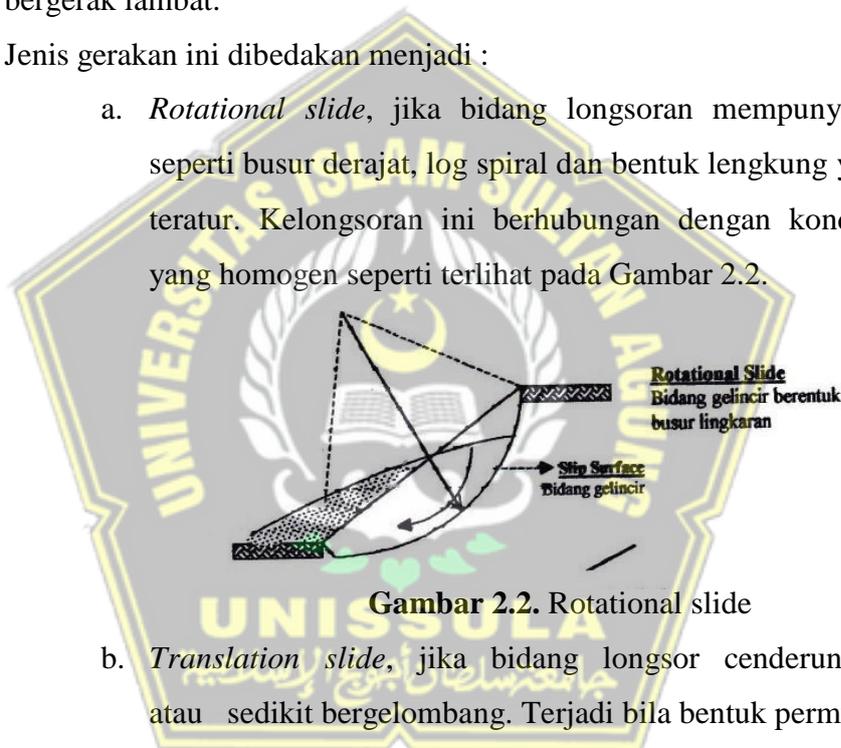
Disebabkan oleh keruntuhan tarik yang diikuti dengan tipe gerakan jatuh bebas akibat gravitasi yang bergerak cepat. Runtuhan biasanya terjadi pada penggalian batu, tebing pantai yang curam dan tebing jalan.

### 4. Longsoran (*Sliding*)

Gerakan tanah ini disebabkan akibat regangan geser dan perpindahan dari sepanjang bidang longsoran dimana massa berpindah dari tempat semula dan berpisah dari massa yang mantap, material yang bergerak kadang terlihat sangat cepat dan tiba-tiba atau dapat juga bergerak lambat.

Jenis gerakan ini dibedakan menjadi :

- Rotational slide*, jika bidang longsoran mempunyai bentuk seperti busur derajat, log spiral dan bentuk lengkung yang tidak teratur. Kelongsoran ini berhubungan dengan kondisi tanah yang homogen seperti terlihat pada Gambar 2.2.



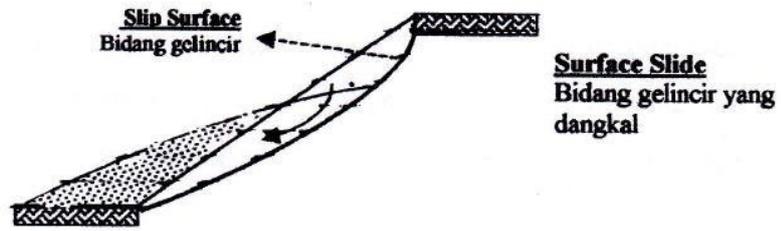
**Gambar 2.2.** Rotational slide

- Translation slide*, jika bidang longsor cenderung datar atau sedikit bergelombang. Terjadi bila bentuk permukaan runtuh dipengaruhi adanya kekuatan geser yang berbeda pada lapisan tanah yang berbatasan seperti terlihat pada Gambar 2.3.



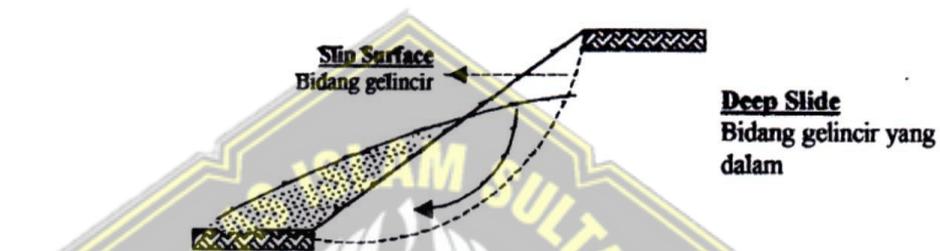
**Gambar 2.3.** Translational slide

- Surface slide*, terjadi bila bidang gelincirnya terletak dekat dengan permukaan tanah seperti terlihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4.** Surface slide

- d. *Deep slide*, terjadi jika bidang gelincirnya terletak jauh di bawah permukaan tanah seperti terlihat pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5.** Deep slide

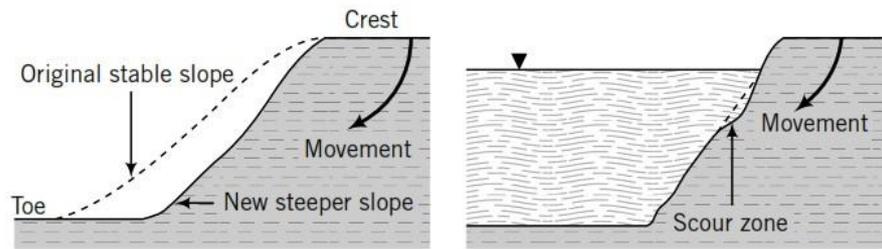
#### 2.1.4 Faktor Penyebab Terjadinya Keruntuhan Lereng

Kekuatan alam (angin, air, salju dan sebagainya) mengubah topografi di muka bumi dan juga di planet lain, hal ini biasanya menciptakan lereng yang tidak stabil. Keruntuhan lereng alam (tanah longsor) dan lereng buatan manusia mengakibatkan banyak kehancuran, kematian, ekonomi memburuk dan kerusakan alam. Keruntuhan lereng ini juga tergantung pada jenis tanah, susunan tanah, air dalam tanah, daya rembes tanah dan juga geometri lereng (Budhu, 2010).

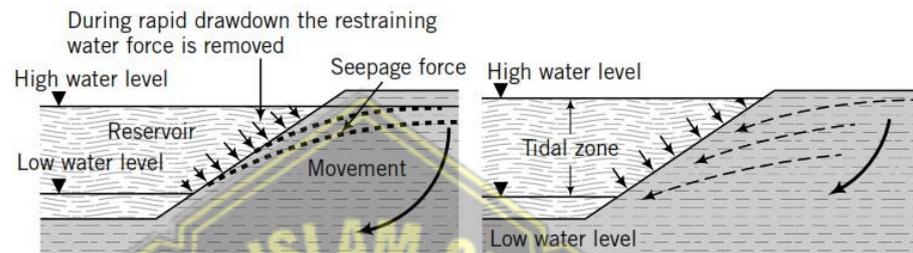
Meskipun terdapat banyak penyebab terjadinya keruntuhan lereng/longsor, (USGS, 2004) menyebutkan terdapat tiga penyebab utama longsor yang paling merugikan di seluruh dunia, antara lain :

1. Keruntuhan Lereng Akibat Air

Lereng tanah yang jenuh akan air merupakan penyebab utama terjadinya longsor (Gambar 2.6). Hal ini dapat terjadi akibat dari hujan deras yang terjadi terus menerus, erosi, lelehan salju, perubahan muka air tanah dan perubahan muka air di sepanjang pantai, bendungan dan badan air seperti danau, waduk, kanal dan sungai.



**Gambar 2.6.** Keruntuhan Lereng Karena Erosi (Budhu, 2010)

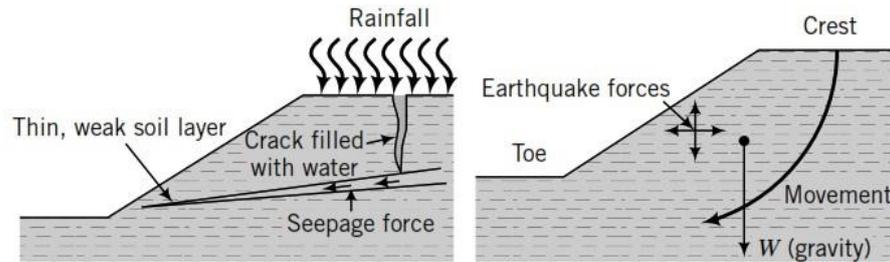


**Gambar 2.7.** Keruntuhan Lereng Karena Perubahan Ketinggian Muka Air (Budhu, 2010)

## 2. Keruntuhan Lereng Akibat Aktifitas Seismik

Banyak area pegunungan yang rawan longsor ternyata juga mengalami gempa bumi. Terjadinya gempa di lereng yang curam meningkatkan kemungkinan terjadinya kelongsoran lereng, hal ini karena getaran pada tanah mengakibatkan pelebaran pada pori tanah dan menimbulkan retakan-retakan pada tanah sehingga membuat infiltrasi air ke dalam tanah berlangsung sangat cepat dan masif. Infiltrasi air tersebut membuat tanah pada lereng jenuh air sehingga rawan longsor.

Gempa bumi juga menimbulkan gaya dinamis, terutama tegangan geser dinamis yang mengurangi kekuatan geser tanah dan kepadatan tanah. Tekanan air pori pada tanah berbutir keras yang jenuh air dapat meningkat dan membuat tanah bersifat seperti cairan yang kental yang biasa disebut sebagai fenomena likuifaksi dinamis. Struktur bangunan yang dibangun di atas tanah ini akan runtuh, sedangkan struktur yang dibangun di dalam tanah akan mengapung ke atas. Keruntuhan lereng akibat gempa bumi diperlihatkan pada Gambar 2.8



**Gambar 2.8.** Keruntuhan Lereng Akibat Gempa Bumi (Budhu, 2010)

### 3. Keruntuhan lereng akibat aktifitas vulkanik

Longsor akibat aktifitas vulkanis merupakan salah satu yang paling merugikan. Lava vulkanis dapat melelehkan salju atau bercampur dengan air sungai dan membentuk lumpur lahar dingin yang mengalir sangat deras ke bagian hilir/daerah yang lebih rendah. Lahar dingin ini dapat mengalir dengan jarak yang sangat jauh dan mengakibatkan kerusakan pada struktur yang terdapat di sekitar kaki gunung.

Sangatlah penting untuk mengetahui tipe-tipe keruntuhan lereng berdasarkan tingkat kelajuan dari longsor itu sendiri. Tingkat kelajuan longsor dapat berkisar antara 16 mm/tahun sampai lebih dari 5 m per detik (Cruden dan Varnes, 1996) ditunjukkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1.** Tingkat Kelajuan Longsor

<i>Class</i>	<i>Description</i>	<i>Velocity (mm/sec)</i>	<i>Typical Velocity</i>
7	Extremely rapid	$5 \times 10^3$	5 m/detik
6	Very rapid	50	3 m/menit
5	Rapid	0,5	1,8 m/jam
4	Moderate	$5 \times 10^{-3}$	13 m/bulan
3	Slow	$50 \times 10^{-6}$	1,6 m/tahun
2	Very slow	$0,5 \times 10^{-6}$	16 mm/tahun
1	Extremely slow	$< 0,5 \times 10^{-6}$	<16 mm/tahun

(Sumber : Cruden dan Varnes, 1996)

## 2.2 Kuat Geser Tanah (*Shear Strength*)

Kekuatan geser tanah merupakan gaya perlawanan internal tanah maksimal terhadap gaya yang menggeser tanah, baik itu gaya tarik maupun gaya desak. Sebuah badan tanah biasanya akan terguling saat gaya geser tanah terjadi padanya. Gaya yang menghambat terjadinya gulingan ini adalah kuat geser tanah. Pengukuran untuk gulingan ini disebut regangan geser (*shear strain*).

Kekuatan geser tanah merupakan gaya perlawanan internal tanah maksimal terhadap gaya yang menggeser tanah, baik itu gaya tarik maupun gaya desak. Sebuah badan tanah biasanya akan terguling saat gaya geser tanah terjadi padanya. Gaya yang menghambat terjadinya gulingan ini adalah kuat geser tanah. Pengukuran untuk gulingan ini disebut regangan geser (*shear strain*).

Saat tanah mengalami gaya geser, tanah ini akan menggerakkan butiran-butirannya untuk melawan gaya geser yang terjadi. Keruntuhan akan terjadi pada area butiran tanah yang mengeluarkan perlawanan paling lemah. Keruntuhan mempunyai banyak konotasi dalam teknik. Konteks keruntuhan yang dibahas adalah saat terjadi kondisi dimana butiran tanah tidak mampu untuk melawan tegangan geser tanah yang terjadi. Di sepanjang area yang memiliki gaya perlawanan yang paling lemah, tanah akan mencapai kepadatan kritis yang konstan dalam pengaruh tegangan geser yang terjadi secara terus menerus (Budhu, 2010).

(Hardiyatmo, 2002) menjelaskan bahwa, bila tanah mengalami suatu pembebanan, maka pembebanan tersebut akan ditahan oleh :

1. Kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser.
2. Gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya.

Secara umum, terdapat dua tipe kuat geser tanah yang digunakan dalam analisa stabilitas lereng, yaitu kuat geser *undrained* dan kuat geser *drained*. Kuat geser *undrained* digunakan untuk analisis tegangan total, sedangkan kuat geser *drained* digunakan untuk anlisi tegangan efektif (Lubis, 2018).

## 1. Kuat Geser *Undrained*

Analisa dengan menggunakan kuat geser ini sering juga disebut dengan *short-term analysis (end of construction condition)*. Kondisi ini dianalisa dengan menggunakan *total stress* dimana kekuatan tanah dapat ditentukan dengan uji *Triaxial UU (unconsolidated undrained)*.

Kondisi *undrained* terjadi bila kecepatan penambahan beban luar melebihi kecepatan tegangan air pori yang relatif lambat dibandingkan dengan tanah berpasir yang memiliki permeabilitas tinggi. Kondisi *undrained* harus diperhatikan bila pekerjaan berada pada tanah lempung. Beberapa faktor yang mempengaruhi peningkatan *undrained strength* yaitu,

- a) Penurunan kadar air
- b) Peningkatan tegangan konsolidasi
- c) Peningkatan tegangan maksimum konsolidasi sebelumnya.

Jika perilaku suatu tanah lempung dianalisa dalam kondisi tanah *undrained*, maka yang akan diperoleh adalah parameter total dimana tidak diperlukan evaluasi tekanan air pori. Dalam kondisi ini diasumsikan besar sudut geser dalam  $\phi=0$  dan  $c_u$  sama dengan nilai keruntuhan kohesi *Mohr-Coulomb*.

Metode pengukuran kuat geser *undrained* dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pengukuran di lapangan dan pengukuran di laboratorium.

- a) Pengukuran di lapangan
  - 1) CPT (*Cone Penetration Test*)
  - 2) SPT (*Standard Penetration Test*)
- b) Pengukuran di laboratorium dengan *undisturbed sample*
  - 1) *Unconfined Compression* (Uji tekan bebas)
  - 2) *Unconsolidated Undrained* (UU Test)
  - 3) *Consolidated Undrained* (CU Test)
  - 4) Kuat Geser *Undrained*

## 2. Kuat Geser *Drained*

Analisa dengan kuat geser *drained* disebut juga dengan *long-term analysis*, kondisi ini dianalisa dengan menggunakan prinsip tegangan efektif, kuat geser maksimum suatu elemen tanah bukan merupakan

fungsi dari tegangan normal total yang bekerja pada bidang tersebut tapi merupakan perbedaan atau selisih antara tegangan normal dan tegangan air pori atau tegangan efektif tanah.

Analisa dengan metoda tegangan efektif dapat ditentukan nilai parameternya melalui :

- a) Tes *triaxial drained*,
- b) Tes *direct shear*,
- c) CU (*consolidated undrained*) test.

### 2.3 Perubahan Tekanan Air Pori

Kenaikan muka air tanah meningkatkan tekanan air pori di lereng, berkurangnya tegangan efektif dan akibatnya menurunkan stabilitas lereng. Karenanya, tekanan air pori memainkan peran penting dalam stabilitas lereng. Penting untuk memahami respon tekanan air pori terhadap perubahan permukaan air tanah untuk mencegah kerusakan seperti kegagalan lereng (Schnellmann, et al.2010). Faktor pemicu yang signifikan untuk tanah granular dengan permeabilitas tinggi seperti pasir adalah kenaikan muka air tanah dikombinasi dengan penurunan *matric suction* karena infiltrasi air hujan. Kondisi ini dapat mengakibatkan longsor dangkal didekat kawasan permukaan tanah tersebut karena pengurangan *matricsuction* atau setelah beberapa waktu dapat mengakibatkan tanah longsor yang dalam karena naiknya permukaan air tanah dan meningkatkan tekanan air pori positif pada panjang yang lebih dalam. Pengembangan dari permukaan freatik pada saat naiknya muka air tanah sangat dipengaruhi oleh sifat tanah tak jenuh di zona tak jenuh (Rulon dan Freeze, 1985). Proses peninggian muka air tanah disimulasikan secara numerik menggunakan program elemen hingga *Seep/W (GEO-SLOPE International, Versi 5.17)*. Model material jenuh-tak jenuh digunakan untuk mensimulasikan efek dari permukaan air naik. Permeabilitas jenuh dan fungsi kadar air volumetrik (SWCC) digunakan sebagai input parameter. Fungsi permeabilitas diperkirakan menggunakan Fredlund dan Xing (1994).

Posisi muka air tanah mempengaruhi faktor awal keamanan. Semakin dekat posisi muka air tanah dengan permukaan tanah, semakin rendah faktor keamanan awal. Air hujan menyusup ke dalam lapisan tanah, *matric suction* berkurang drastis, mengakibatkan penurunan faktor keamanan yang

signifikan selama periode kering (Rahardjo, et al, 2010). Besaran dan laju penurunan faktor keamanan terkait dengan intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan yang semakin tinggi menyebabkan faktor keamanan menurun lebih cepat. Tingginya nilai permeabilitas tanah memungkinkan air hujan menyusup dengan cepat dan meresap ke lapisan tanah yang lebih dalam. Ini akan menghasilkan dalam peningkatan yang cepat dalam tekanan air pori di lereng. Pada saat tegangan air pori dalam tanah meningkat, mengakibatkan tegangan efektif ( $\sigma'$ ) tanah mengalami penurunan. Ketika terjadi hujan selama periode tertentu, kondisi tanah menjadi kenyang air, sehingga menurunkan tegangan efektif dan tegangan geser tanah ( $\tau = c + \sigma \text{tg } \varphi$ ). Oleh sebab itu tanah dalam kondisi labil dan kemungkinan akan terjadi keruntuhan (Agustina, 2013).

## **2.4 Stabilitas Lereng**

### **2.4.1 Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Stabilitas Lereng**

Secara umum faktor yang menyebabkan ketidakstabilan lereng ada dua yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal adalah faktor yang berasal dari tubuh lereng seperti material tanah pembentuk lereng, kemiringan lereng dan muka air tanah. Sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang berasal dari luar seperti infiltrasi air hujan, keberadaan vegetasi dan aktivitas manusia.

#### **1. Faktor Internal**

Faktor internal adalah faktor-faktor pereduksi kuat geser tanah dan berasal dari tubuh lereng sendiri yang menyebabkan kelongsoran. Faktor-faktor tersebut antara lain :

##### **a) Material Pembentuk Lereng**

Material pembentuk lereng sangat mempengaruhi stabilitas lereng. Diantara material pembentuk lereng adalah tanah granuler dan tanah kohesif. Tanah granuler meliputi pasir, kerikil, batuan dan campurannya. Kelemahan tanah granuler adalah jenis tanah ini mempunyai sifat meloloskan air. Jadi, lereng yang material pembentuknya tanah granuler akan mudah terjadinya longsor ketika musim hujan, karena material pembentuk akan ikut terbawa aliran air permukaan. Selain itu, jika terjadi getaran dengan frekuensi tinggi dan beban yang besar, penurunan besar akan

terjadi terutama jika kondisi butiran tanah tidak padat. Keunggulan tanah granuler adalah mempunyai kuat geser yang baik. Semakin kasar permukaan butirannya maka akan semakin besar kuat gesernya.

b) Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng juga memberikan pengaruh terhadap bahaya kelongsoran. Secara visual lereng terjal akan sangat mudah untuk terjadinya kelongsoran tanah. Semakin besar derajat kemiringan lereng maka akan semakin menurunkan angka keamanan lereng, yang artinya lereng tersebut berpotensi untuk terjadinya longsor.

c) Muka Air Tanah

Keberadaan air tanah dalam tubuh lereng biasanya menjadi masalah bagi stabilitas lereng. Kondisi ini tak lepas dari pengaruh luar, yaitu iklim (diwakili oleh curah hujan) yang dapat meningkatkan kadar air tanah, derajat kejenuhan dan muka air tanah. Keberadaan air tanah akan menurunkan sifat fisik dan mekanik tanah. Kenaikan muka air tanah meningkatkan tekanan pori yang berarti memperkecil ketahanan geser dari massa lereng, terutama pada material tanah. Kenaikan muka air tanah juga memperbesar debit air tanah dan meningkatkan erosi di bawah permukaan (*piping* atau *subaqueous erosion*). Akibatnya lebih banyak fraksi halus (*lanau*) dari masa tanah yang di hanyutkan, sehingga ketahanan massa tanah akan menurun.

## 2. Faktor Eksternal

Faktor Eksternal adalah faktor yang menambah gaya-gaya penyebab longsor (kausatif). Faktor-faktor tersebut antara lain :

a) Infiltrasi air hujan

Air hujan yang sampai ke permukaan tanah yang tidak kedap air dapat bergerak ke dalam tanah akibat gaya gravitasi dan kapiler dalam suatu aliran yang disebut infiltrasi. Infiltrasi adalah proses masuknya air ke permukaan tanah sedangkan air yang telah ada di dalam tanah kemudian bergerak ke bawah oleh gravitasi

disebut perkolasi. Kelongsoran lereng pada musim hujan, disebabkan terutama oleh infiltrasi air hujan ke dalam tanah yang menyebabkan tanah menjadi jenuh disertai perubahan pada karakteristik tanah terutama kekuatannya. Kenaikan muka air tanah meningkatkan tekanan air pori yang memperkecil ketahanan geser dari tanah.

b) Keberadaan Vegetasi

Vegetasi atau tanaman juga berpengaruh terhadap stabilitas lereng. Akar tanaman akan menyerap air hujan yang berinfiltrasi ke dalam tanah melalui proses evapotranspirasi oleh tanaman yang dapat meningkatkan tegangan pori negatif dan membatasi timbulnya tegangan pori positif. Pengaruh ini menyebabkan perubahan pada kedua parameter (tegangan air pori dan tegangan udara pori) yang memberikan pengaruh terhadap tegangan geser serta volume tanah. (Santiawan, dkk. 2007). Namun demikian, keberadaan tanaman secara hidrologi maupun mekanis tidak hanya memberikan keuntungan tetapi juga dapat memberikan kerugian. Salah satu jenis tanaman yang biasa digunakan untuk meningkatkan stabilitas lereng yaitu akar wangi (*vetiver*).

c) Aktivitas Manusia

Beban tambahan di tubuh lereng bagian atas (puncak) mengikutsertakan peranan aktivitas manusia. Pembangunan jalan di bagian atas lereng mengakibatkan tambahan beban dari kendaraan yang melintas yang akan diterima oleh lereng. Kondisi tersebut menyebabkan berubahnya kesetimbangan tekanan dalam tubuh lereng. Sejalan dengan kenaikan beban di puncak lereng, maka keamanan lereng akan menurun. Pengurangan beban di daerah kaki lereng berdampak menurunkan faktor keamanan. Makin besar pengurangan beban di kaki lereng, makin besar pula penurunan faktor keamanan lerengnya, sehingga lereng makin labil atau makin rawan longsor. Aktivitas manusia berperan dalam kondisi seperti ini (Hirnawan dalam Zakaria).

#### 2.4.2 Pengaruh Infiltrasi Terhadap Stabilitas Lereng

Menurut Hasrullah (2009), infiltrasi air hujan menyebabkan terjadinya kenaikan kadar air, derajat kejenuhan tanah dan angka pori, semakin lama durasi hujan yang terjadi maka kenaikan yang terjadi semakin besar. Sedangkan tekanan air pori negatif dan kohesi akan mengalami penurunan akibat adanya infiltrasi air hujan. Gerakan tanah yang terjadi pada saat hujan adalah akibat meningkatnya kandungan air pada lereng sehingga tanah menjadi jenuh, terjadilah perlemahan sehingga berakibat kekuatan geser tanah menurun dan akhirnya terjadi longsor (Agustina, 2013)

Kelongsoran lereng sering disebabkan oleh proses meningkatnya regangan geser atau menurunnya tegangan geser tanah. Peningkatan kadar air akibat hujan akan menurunkan *soil suction* dan menaikkan berat tanah (Abramson, et al.,1996). Heriansyah Putra (2012) juga berpendapat, infiltrasi air ke dalam tanah menyebabkan menurunnya stabilitas lereng dan perubahan tekanan air pori tanah. Pada kondisi kering, tanah memiliki daya hisap (*suction*) atau tekanan air pori negatif. Tekanan air pori negatif akan berubah apabila terjadi peristiwa pembasahan tanah. Tekanan air pori yang awalnya bernilai negatif akan meningkat hingga bernilai nol pada kondisi tanah yang berada tepat setinggi muka air tanah (MAT) dan bernilai positif untuk tanah yang berada di bawah MAT. Perubahan tekanan air pori ini juga mengakibatkan perubahan terhadap parameter kuat geser tanah seperti kohesi dan kuat geser internal tanah.

Infiltrasi air hujan mengakibatkan air meresap ke dalam lereng sehingga mengakibatkan meningkatnya berat isi tanah (peningkatan beban massa tanah), berkurang atau hilangnya tegangan *suction* pada zona tidak jenuh air, peningkatan tekanan air pori di dalam tanah, erosi internal dan perubahan kandungan mineral penyusun massa tanah pada lereng (Karnawati, 2006). Banyaknya air hujan yang terinfiltrasi ke dalam tanah selama hujan berlangsung dinyatakan dalam infiltrasi kumulatif. Besarnya nilai infiltrasi kumulatif tergantung pada kondisi tanah, curah hujan dan durasi hujan yang terjadi (Heriansyah Putra, 2012). Pada kondisi tanah yang sama, maka curah hujan rata-rata berdurasi lama lebih berpengaruh secara signifikan terhadap kapasitas infiltrasi suatu tanah. Proses infiltrasi air ke dalam tanah akan berkurang ketika tanah sudah mulai jenuh, hujan yang terjadi akan cenderung menjadi aliran permukaan karena tanah sudah tidak mampu lagi

menyerap air. Jadi dapat diartikan bahwa infiltrasi akan lebih berpengaruh signifikan pada kondisi tanah yang kering (derajat kejenuhan rendah) menuju kondisi basah dari pada tanah yang memiliki derajat kejenuhan yang tinggi.

### 2.4.3 Analisis Stabilitas Lereng

Dalam prakteknya, analisis stabilitas lereng didasarkan pada konsep keseimbangan batas plastis (*plastic limit equilibrium*). Adapun maksud analisis stabilitas adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor dengan potensial. Dalam analisis stabilitas lereng, beberapa anggapan dibuat, yaitu (Hardiyatmo, 2003) :

1. Titik kelongsoran lereng terjadi di sepanjang permukaan bidang longsor tertentu dan dapat dianggap sebagai masalah bidang dua dimensi
2. Titik massa tanah yang longsor dianggap sebagai benda masif.
3. Titik tahanan geser dari massa tanah pada setiap titik sepanjang bidang longsor tidak tergantung dari orientasi permukaan longsor atau dengan kata lain kuat geser tanah dianggap isotropis.
4. Faktor aman didefinisikan dengan memperhatikan tegangan geser rata-rata sepanjang bidang longsor potensial dan kuat geser tanah rata-rata sepanjang permukaan longsor.

Terdapat dua cara berbeda untuk melakukan analisa stabilitas lereng. Cara pertama adalah pendekatan tegangan total (*total stress approach*), yang sesuai untuk lereng berlempung atau lereng berpasir jenuh dibawah pembebanan jangka pendek, dimana tekanan pori tidak hilang. Cara kedua adalah pendekatan tegangan efektif (*effective stress approach*) yang berlaku untuk analisis jangka panjang. Lereng alam dan lereng tanah sisa harus dianalisa menggunakan metode tegangan efektif, dengan pertimbangan muka air tanah maksimum akibat hujan deras.

Faktor keamanan untuk analisa stabilitas lereng biasanya didefinisikan sebagai rasio kekuatan geser ultimit dibagi dengan tegangan geser yang terjadi pada keruntuhan yang terjadi. Faktor keamanan yang dapat diterima haruslah berdasarkan pada pertimbangan dari periode berulang dari curah hujan yang tinggi, konsekuensi dari keruntuhan lereng, pengetahuan tentang perilaku jangka panjang material geologi dan keakuratan dari model desain (M dan Cheng, 2014).

**Tabel 2.2.** Rekomendasi Nilai Faktor Keamanan (FK) Berdasarkan Resiko

		Resiko Kematian		
		Tidak ada	Sedang	Tinggi
Resiko Perekonomian	Tidak Ada	1.1	1.2	1.4
	Sedang	1.2	1.3	1.4
	Tinggi	1.4	1.4	1.5

(Sumber : M dan Cheng, 2014)

**Tabel. 2.3.** Hubungan Faktor Keamanan dan Kemungkinan Longsor.

Faktor Keamanan	Intensitas Longsor
< 1,07	Sering terjadi (lereng labil)
1,07 - 1,25	Pernah terjadi (lereng kritis)
> 1,25	Jarang terjadi (lereng stabil)

(Sumber : Hardiyatmo, 2014)

## 2.5 Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Program Geostudio Seep/W & Slope W.

Geostudio adalah suatu program dalam bidang geoteknik dan modeling geo- environment yang dibuat oleh Geostudio Internasional, Kanada pada tahun 2002. Program Geostudio ini sendiri terdiri dari Slope/W, Seep/W, Sigma/W, Quake/W, Temp/W dan Ctran/W yang mana satu sama lainnya saling berhubungan sehingga dapat dianalisa dalam berbagai jenis permasalahan dengan memilih jenis program yang sesuai untuk tiap-tiap masalah yang berbeda (Sianipar, 2013). Pengertian untuk tiap program tersebut :

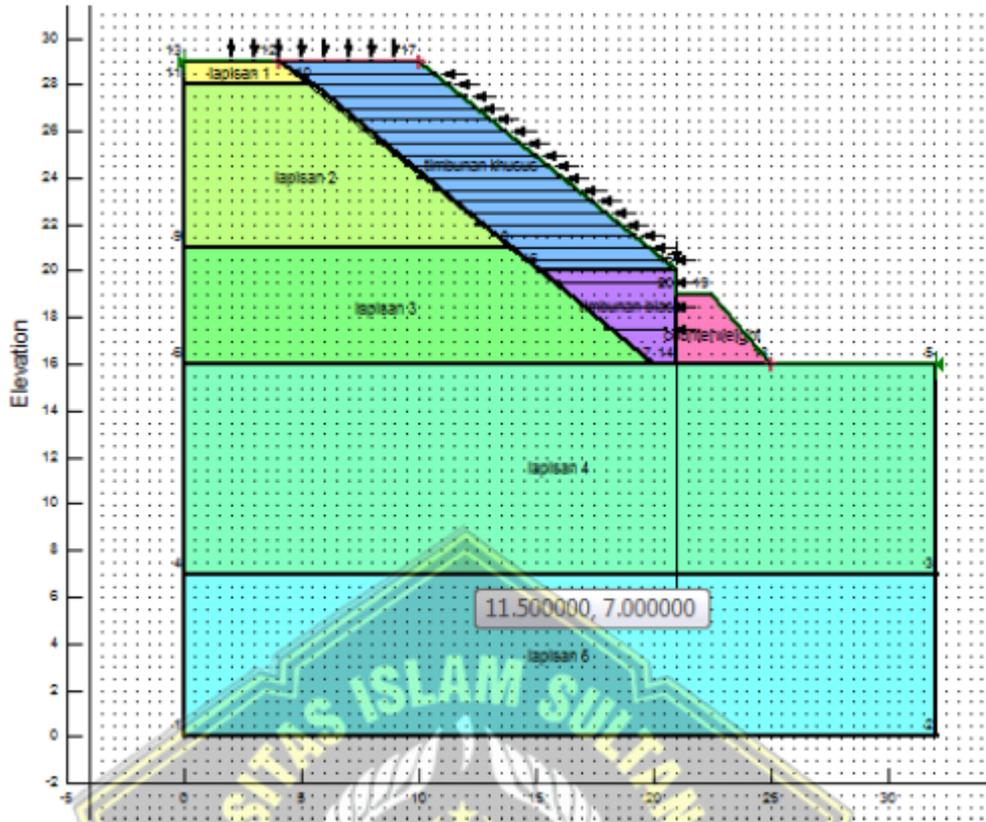
- A. Slope/W adalah suatu program perangkat lunak untuk menghitung faktor keamanan dan stabilitas lereng.
- B. Seep/W adalah suatu program perangkat lunak untuk meneliti rembesan bawah tanah.
- C. Sigma/W adalah suatu program perangkat lunak untuk menganalisa tekanan geoteknik
- D. Quake/W adalah suatu program perangkat lunak untuk menganalisa gempa bumi yang berpengaruh terhadap perilaku tanggul, lahan, dan kemiringan lereng

- E. Temp/W adalah suatu program perangkat lunak untuk menganalisa masalah geotermal.
- F. Ctran/W adalah suatu program perangkat lunak yang dapat digunakan bersama dengan Seep/W untuk model pengangkutan zat-zat pencemar.

Slope/W adalah program yang memiliki kualitas ketajaman gambar 32-bit, serta merupakan perangkat lunak gratis yang beroperasi di bawah sistem operasi Microsoft Windows. Dengan lingkungan aplikasi windows yang sangat dikenal banyak orang dengan konsep yang simple dan dinamis, maka dimungkinkan setiap orang dengan mudah belajar dan menggunakan Slope/W baik secara tutorial maupun aplikatif. Slope/W merupakan suatu perangkat lunak yang menggunakan teori keseimbangan batas (*limit equilibrium theory*) yang digunakan dalam menganalisa stabilitas lereng dan menghitung nilai faktor keamanan tanggul.

Perumusan terprogram dalam Slope/W yang menyeluruh, membuat program ini memungkinkan untuk dapat dengan mudah meneliti permasalahan stabilitas lereng, baik permasalahan yang sederhana maupun yang kompleks dengan menggunakan berbagai metode untuk mengkalkulasi faktor keamanan tersebut. Slope/W dapat diaplikasikan dalam menganalisis dan mendesain konstruksi pada bidang geoteknik, sipil, hidrogeologika dan proyek pembangunan bendung. Slope/W juga dapat diaplikasikan pada penggunaan sistem perkuatan seperti ankur, soilnailing, geofabric, sheet pile dan tiang pancang.

Secara umum, metode analisis stabilitas lereng yang digunakan dalam perangkat lunak Slope/W mengikuti beberapa metode yang ada, diantaranya Metode Ordinary, Metode Fellenius, Metode Bishop, Metode Janbu, Metode Spencer, Metode Morgenstern-Price, Metode Crops of Engineering, Metode Lowe- Karafiath, Metode Keseimbangan Batas dan Metode Tekanan Terbatas. Slope/W merupakan perumusan yang menggabungkan dua persamaan faktor keamanan yaitu gaya keseimbangan dan momen irisan. Berdasarkan pemakaian persamaan gaya antar irisan, faktor keamanan untuk semua metode dapat ditentukan dengan menggunakan dua persamaan tersebut (Hariyanto, R. Dewo Hiraliya Maesa, 2023).

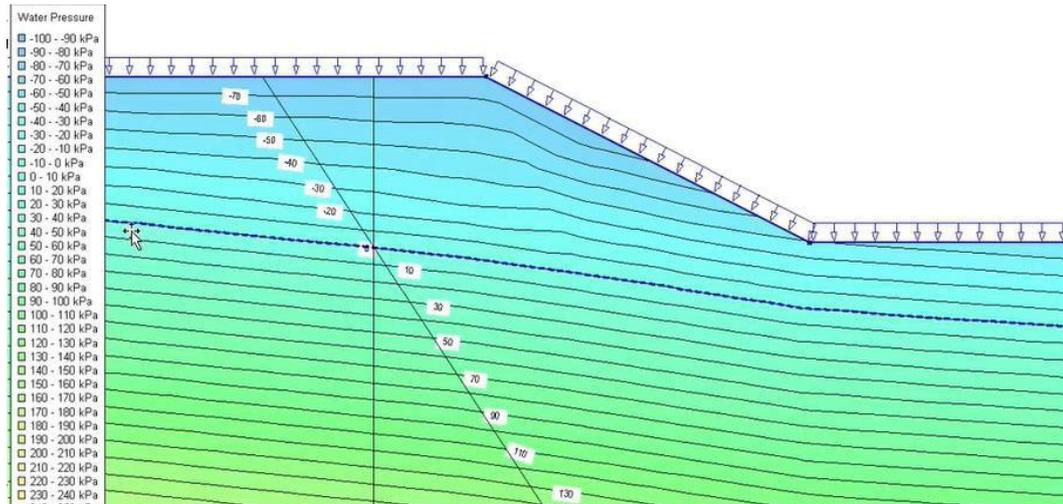


**Gambar 2.9.** Contoh Analisis Dengan Program *Slope/W*

Sedangkan studi untuk mengetahui pengaruh hujan pada stabilitas lereng akibat perubahan tekanan air pori dapat dilakukan dengan bantuan program bantu *Seep/W* (Heriansyah Putra, 2012). Intensitas hujan digunakan sebagai input pada program *Seep/W*. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Memodelkan lereng pada kondisi asli berdasarkan data gambar melalui program *Autocad*
2. Mengimpor gambar dari *Autocad* ke *Seep/W*
3. Melakukan simulasi dengan *Seep/W*.

Input data yang diperlukan dalam program *Seep/W* adalah jenis lapisan tanah tiap panjang yang didapat dari data borlog, kadar air jenuh, kadar air residual dan  $K_{sat}$ .



**Gambar 2.10.** Contoh Output Program Seep/W

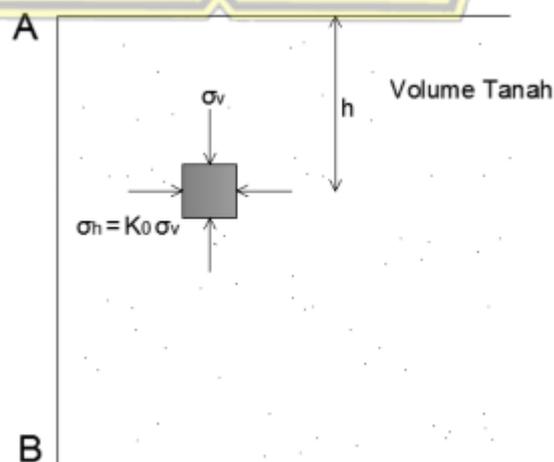
## 2.6 Analisa Dinding Penahan Tanah

### 2.6.1 Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah sebuah parameter perencanaan yang penting di dalam sejumlah persoalan teknik pondasi, dinding penahan dan konstruksi-konstruksi lain yang ada di bawah tanah. Pada prinsipnya kondisi tanah dalam kedudukannya ada 3 kemungkinan, yaitu:

#### 1. Dalam Keadaan Diam ( $K_0$ )

Bila kita tinjau massa tanah dibatasi oleh dinding dengan permukaan licin AB yang dipasang sampai kedalaman tak terhingga. Suatu elemen tanah yang terletak pada kedalaman  $h$  akan terkena tekanan arah vertical dan tekanan arah horizontal.



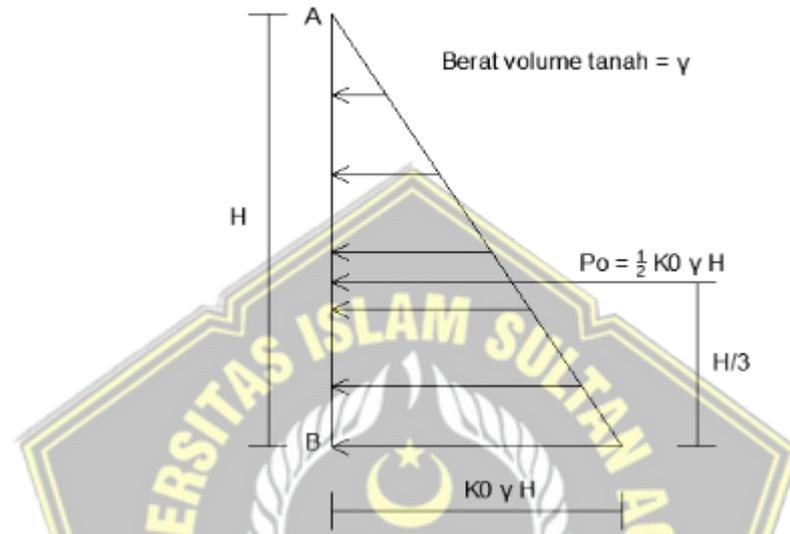
**Gambar 2.11.** Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam

Karena  $\sigma_v = \gamma h$ , maka  $\sigma_h = K_o (\gamma h)$ .

Sehingga koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam dapat diwakili oleh hubungan empiris yang diperkenalkan oleh Jaky ( 1994 ).

$$K_o = 1 - \sin \phi \dots\dots\dots (1)$$

$$P_o = \frac{1}{2} K_o \gamma H^2 \dots\dots\dots (2)$$



**Gambar 2.12.** Distribusi Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam

2. Dalam Keadaan Aktif (  $K_a$  )

Tekanan tanah aktif

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a \dots\dots\dots (3)$$

Dimana nilai  $K_a$  untuk tanah datar adalah :

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots (4)$$

$\gamma$  = berat isi tanah ( $\text{g/cm}^3$ )

$H$  = tinggi dinding (m)

$\phi$  = sudut geser tanah ( $^\circ$ )

3. Dalam Keadaan Pasif (  $K_p$  )

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p \dots\dots\dots (5)$$

Dimana nilai  $K_p$  untuk tanah datar adalah :

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots (6)$$

$\gamma$  = berat isi tanah ( $\text{g/cm}^3$ )

$H$  = tinggi dinding (m)

$\varphi$  = sudut geser tanah ( $^{\circ}$ )

### 2.6.2 Kapasitas Daya Dukung Tanah

Rumus persamaan umum beban ultimit per satuan luas menurut (Teori Terzaghi):

$$Q_u = C \cdot N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

$Q_u$  = Kapasitas dukung Ultimate

$C$  = kohesi ( $\text{kN/m}^2$ )

$D_f$  = kedalaman pondasi (m)

$\gamma$  = berat volume tanah ( $\text{kN/m}^3$ )

$B$  = Panjang pondasi (m)

$N_{\gamma}, N_c, N_q$  = faktor kapasitas dukung tanah (fungsi  $\varphi$ )

**Tabel 2.4.** Nilai - Nilai Faktor Kapasitas Dukung Tanah Terzaghi

$\varphi'$	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}$	$\varphi'$	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}$
0	5.14	1.00	0.00	26	22.25	11.85	12.54
1	5.38	1.09	0.07	27	23.94	13.20	14.47
2	5.63	1.20	0.15	28	25.80	14.72	16.72
3	5.90	1.31	0.24	29	27.86	16.44	19.34
4	6.19	1.43	0.34	30	30.14	18.40	22.40
5	6.49	1.57	0.45	31	32.67	20.63	25.99
6	6.81	1.72	0.57	32	35.49	23.18	30.22
7	7.16	1.88	0.71	33	38.64	26.09	35.19
8	7.53	2.06	0.86	34	42.16	29.44	41.06
9	7.92	2.25	1.03	35	46.12	33.30	48.03
10	8.35	2.47	1.22	36	50.59	37.75	56.31
11	8.80	2.71	1.44	37	55.63	42.92	66.19
12	9.28	2.97	1.69	38	61.35	48.93	78.03
13	9.81	3.26	1.97	39	67.87	55.96	92.25
14	10.37	3.59	2.29	40	75.31	64.20	109.41
15	10.98	3.94	2.65	41	83.86	73.90	130.22
16	11.63	4.34	3.06	42	93.71	85.38	155.55
17	12.34	4.77	3.53	43	105.11	99.02	186.54
18	13.10	5.26	4.07	44	118.37	115.31	224.64
19	13.93	5.80	4.68	45	133.88	134.88	271.76
20	14.83	6.40	5.39	46	152.10	158.51	330.35
21	15.82	7.07	6.20	47	173.64	187.21	403.67
22	16.88	7.82	7.13	48	199.26	222.31	496.01
23	18.05	8.66	8.20	49	229.93	265.51	613.16
24	19.32	9.60	9.44	50	266.89	319.07	762.89
25	20.72	10.66	10.88				

Sumber : Hary Christadi Hardiyatmo, 2003

$$Q_{all} = (1/SF) \times Q_u \dots\dots\dots (8)$$

$$Q_{max} = \frac{\sum Ph}{B} \times 1 + \frac{6e}{B} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :

e = eksintritas 0,83

Jika  $Q_{max} < Q_{all}$ , maka dengan demikian tanah mampu menahan DPT tersebut.

### 2.6.3 Stabilitas Terhadap Guling

$$F_{gl} = \frac{\sum Mw}{\sum Mh} \geq 1,5 \dots\dots\dots (10)$$

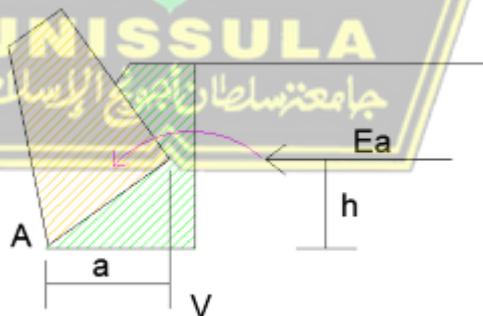
Dimana :

$F_{gl}$  = Faktor aman terhadap guling

$\sum Mw$  = jumlah dari momen – momen yang menyebabkan struktur terguling dengan titik pusat putaran di titik 0.  $\sum M$  disebabkan oleh tekanan tanah aktif yang bekerja pada elevasi H/3.

$\sum Mh$  = jumlah dari momen – momen yang mencegah struktur terguling dengan titik pusat putaran di titik 0.  $\sum MH$  merupakan momen – momen yang disebabkan oleh gaya vertikal dari struktur dan berat tanah diatas struktur.

Nilai angka keamanan minimum terhadap geser dalam perencanaan digunakan adalah 1,5.



**Gambar 2.13.** Keruntuhan Stabilitas Terhadap Guling

### 2.6.4 Stabilitas Terhadap Sliding/Geser

$$F_{gs} = \frac{\sum Rh}{\sum Ph} \geq 1,5 \dots\dots\dots (11)$$

Dimana :

$F_{gs}$  = Faktor aman terhadap pergeseran

$\Sigma R_h$  = Tahanan dinding penahan tanah terhadap pergeseran

$\Sigma Ph$  = Jumlah gaya gaya horizontal

Sedangkan Untuk mencari  $\Sigma R_h$  adalah sebagai berikut :

$$\Sigma R_h = C_d \cdot B + \Sigma W \tan \delta_b \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

$\Sigma R_h$  = Tahanan dinding penahan tanah terhadap pergeseran

$C_d$  =  $C_2$  (adhesi antara tanah dan dasar dinding)

$B$  = Panjang pondasi

$\Sigma W$  = Berat total dinding penahan dan tanah diatas plat pondasi

$\delta_b$  = sudut geser antara tanah dan dasar pondasi

## 2.7 Kajian Penelitian Terdahulu

Ada beberapa penelitian terdahulu yang menjadi referensi kami dalam melakukan penelitian ini, dan menjadi rujukan yang dapat mendukung dalam penyelesaian penelitian ini :

**Tabel 2.5** Kajian Penelitian Terdahulu

No	Peneliti Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Hariyanto, R. Dewo Hiraliya Maesa, 2023	“Kajian Stabilitas Lereng Pada Lereng Kabupaten Lahat”	Studi Kasus penelitian berada di Kecamatan Pulau Pinang Kabupaten Lahat yang terdiri dari 2 titik, yaitu terletak di desa Muara Siban dan di desa Kuba). Pada lokasi lereng di Desa Muara Siban STA 222+850 dilakukan analisis dengan 5 metode perhitungan yaitu Morgensten & Price, Fellenius, Bishop, Janbu dan Spencer. Didapatkan nilai Faktor Keamanan (FK) dengan metode Bihop pada kondisi awal sebesar 1,784 dan setelah

			<p>terjadi kelongsoran karena perubahan parameter tanah (<math>c = 0</math>), FK sebesar 1,257. Pada lokasi lereng di Desa Kuba STA 227+700 dilakukan analisis dengan 5 metode perhitungan yaitu Morgensten &amp; Price, Fellenius, Bishop, Janbu dan Spence. Nilai FK dengan metode Bishop pada kondisi awal sebesar 1,796 dan setelah terjadi perubahan parameter tanah (<math>c = 0</math>), nilai FK sebesar 1,142.</p>
2	Harijan, 2022	<p>“Analisis Stabilitas Lereng Ditinjau Dari Pengaruh Infiltrasi Air Hujan Dan Perkuatan Geometri Lereng”. (Studi Kasus : Kelongsoran Lereng Di Dusun Kondoruba (Km. 25+575 – 26+100) Preservasi Jalan Kalukku – Salubatu – Mambi - Malabo, Sulawesi Barat.)</p>	<p>Perkuatan geometri lereng usulan menggunakan secant pile terdiri dari primary pile berupa material yang tembus air (misal: encapsulated stone column) dan secondary pile berupa material beton bertulang agar air yang ada di dalam tubuh lereng bisa mengalir keluar namun material tanah tetap tertahan. Dimensi bored pile yang digunakan dari hasil analisis adalah <math>\varnothing 700</math> mm dengan mutu beton K350 dan mutu tulangan 390 MPa. Menggunakan tulangan utama 14D14 dan tulangan sengkang <math>\varnothing 10-100</math>. Desain perkuatan usulan menggunakan secant pile didapat safety factor sebesar 2,1705 sedangkan desain perkuatan eksisting menggunakan gabion</p>

			dan geogrid didapat safety factor sebesar 1,182. Terdapat selisih safety factor untuk kekuatan menggunakan secant pile terhadap kekuatan gabion dan geogrid sebesar 83,63%.
3	Marolop P Pangaribuan, Nofrohu Retongga, 2022	“Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Rock Mass Rating (RMR) dan Slope Mass Rating (SMR) untuk Menentukan Faktor Keamanan Lereng Pada Tambang Tuf Desa Candirejo, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta”.	Batuan yang tersingkap di permukaan bumi umumnya dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan konstruksi bangunan. Masyarakat Desa Candirejo, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta mengambil batu dengan cara sederhana yaitu penambangan tuf menggunakan pahat dan palu besi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kestabilan lereng tambang tuf akibat aktifitas penambangan oleh masyarakat sekitar sehingga dapat mengetahui nilai faktor keamanan lereng pada tambang tuf di Desa Candirejo. Metode yang digunakan adalah Rock Mass Rating (RMR) dan Slope Mass Rating (SMR). Hasil analisis hubungan nilai faktor keamanan lereng dan intensitas longsor berdasarkan nilai faktor keamanan $<1,07$ termasuk longsor sering terjadi (lereng labil), $1,07 < FK < 1,25$ termasuk longsor pernah

			<p>terjadi (lereng kritis) dan <math>&gt; 1,25</math> longsor jarang terjadi (lereng relatif stabil). Faktor keamanan yang dianalisis menggunakan bantuan software Rocscience Slide v.6.005 setelah dianalisis didapatkan nilai FK sebesar 4,775. Berdasarkan nilai FK 4,775 adalah longsor jarang terjadi (lereng relatif stabil). Faktor keamanan yang tinggi di pengaruhi oleh tingkat pelapukan batuan yang rendah, intensitas kekar yang sedikit dan litologi yang di dominasi struktur masif.</p>
4	<p>Husnul Kausarian, Muhammad Yusuf, A. Suryadi, Pakhrur Razi, Fitri Mairizki, 2023</p>	<p>“Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode RMR (Rock Mass Rating) Pada Jalan Daerah Koto Lamo, Kecamatan Kapur Sembilan, Sumatera Barat”.</p>	<p>Secara geografis, daerah penelitian terletak pada koordinat <math>0^{\circ}21'12''</math>- <math>0^{\circ}22'50''</math>Lintang Utara dan <math>00^{\circ}10'53''</math> - <math>100^{\circ}33'44.4620''</math> Bujur Timur. Penelitian terletak di daerah koto lamo dan sekitarnya, Kecamatan Kapur sembilan, Kabupaten Sumatera Barat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kestabilan lereng pada daerah penelitian dengan menggunakan metode pemetaan geologi, analisis UCS (Uniaxial Compressive Strength) kekuatan batuan utuh, RMR (Rock Mass Rating) dan Stereografis, dari data lapangan. Terdapat 10 scanline utama yang menjadi objek penelitian.</p>

			<p>Hasil pemetaan geologi menunjukkan lereng tersebut terdapat batuan batupasir, dari batuan tersebut analisis UCS kekuatan batuan utuh memiliki nilai rata – rata dari uji Schmidt Hammer bernilai 13.08, sedangkan nilai densitas sampel batuan nya 25,86 <math>KN/m^3</math>. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan nilai UCS sebesar 19 MPa, termasuk dalam bobot 2 dengan kategori lemah (weak). Kemudian hasil dari analisis RMR (Rock Mass Rating) bernilai 35,4 dengan kelas RMR IV (jelek).</p>
5	<p>Irza Tri Putra, Guskarnali Guskarnali, Irvani Irvani,2020</p>	<p>“Aplikasi Software Geostudio 2007 Slope/Wuntuk Analisis Kestabilan Lereng Di Tambang Muara Tiga Besar Utara Pt Bukit Asam (Persero) Tbk Sumatera Selatan”.</p>	<p>Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai faktor keamanan lereng RKAP 2017 dan mendesain ulang lereng dengan kondisi aman. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi nilai kohesi (<math>c'</math>), sudut gesek (<math>\phi'</math>) dan massa jenis (<math>\gamma</math>). Pengambilan data penelitian diperoleh dari hasil pengujian tidak terkonsolidasi triaksial (UU) dan uji berat tanah/batuan dengan Metode Lilin Parafin, kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan Software Geostudio 2007 Slope/w untuk mengetahui nilai faktor keamanan lereng. Faktor-faktor yang mempengaruhi</p>

			<p>ketidakstabilan lereng di Tambang Muara Tiga Besar Utara adalah geometri lereng, cuaca/iklim, getaran, serta sifat fisis dan mekanik tanah/batuan yang tersusun dari massa jenis (<math>\gamma</math>), yaitu 1,203 sampai 2,025 gr/cm<sup>3</sup>, nilainya kohesi (c') yaitu 34 hingga 266 kPa dan nilai sudut geser (<math>\phi'</math>) yaitu 17,65 hingga 35,210. Hasil analisis kestabilan lereng menunjukkan bahwa nilai faktor keamanan lereng RKAP 2017 berada di bawah 1,25 sehingga berpotensi terjadinya longsor, sedangkan pada redesain lereng lereng dengan kondisi keamanan mempunyai nilai faktor keamanan di atas 1,25 sehingga tidak berpotensi terjadi longsor.</p>
--	--	--	--



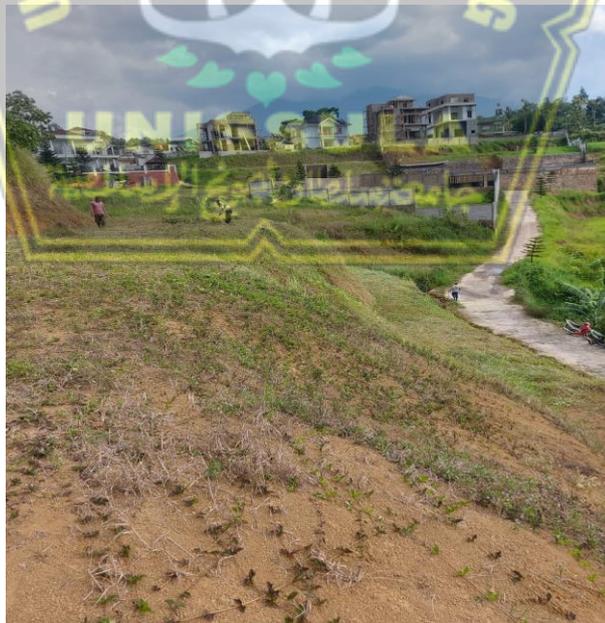
## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang diambil untuk penelitian ini terdapat di Villa Fumida, Desa Kuta, Kampung Babakan, Kec. Megamendung, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Titik penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** .Titik Lokasi Penelitian Di Kabupaten Bogor, Kec. Megamendung, Koordinat  $6^{\circ} 41' 40''$  S,  $106^{\circ} 55' 07''$  E (Sumber : Google Earth, 17 april 2024)



**Gambar 3.2.** Lokasi *Existing* Sebelum Pembangunan Villa Fumida



**Gambar 3.3.** Lokasi *Existing* (Turap Dinding Penahan Tanah)



**Gambar 3.4.** Villa Fumida

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel Penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana kestabilan lereng yang berlokasi di Villa Fumida, dengan beberapa simulasi dan variasi kondisi yang memungkinkan terjadi dilapangan dengan menggunakan program bantu perangkat lunak yaitu *Geostudio Seep/W* yang khusus untuk menentukan pengaruh infiltrasi air hujan pada permukaan lereng dilokasi tersebut.

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data yang diperlukan sebagai bahan untuk mendukung jalannya penelitian ini. Ada 2 sumber data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu data Primer dan Data Sekunder.

#### 3.3.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung oleh peneliti yang melakukan penelitian, baik dalam kegiatan wawancara atau pun kegiatan langsung yang mendapatkan data hasil penelitian secara langsung. Dalam penelitian ini data primer yang secara langsung peneliti dapatkan adalah ketinggian Muka Air Tanah, karena pada saat itu, peneliti melakukan galian untuk mencari muka air tanah, dan didapatkan Muka Air Tanah dilereng tersebut adalah 4 meter dibawah permukaan tanah. Serta berikut juga foto foto yang ada dilokasi penelitian.

#### 3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang dikumpulkan dari sumber - sumber yang ada. Data ini diperoleh dari perencana proyek, maupun pelaksana proyek (Kontraktor). Data lain dari literatur yang dibutuhkan dalam penelitian melalui jurnal, referensi penelitian dan dokumen pendukung lainnya. Tabel 3.1 dibawah ini adalah data sekunder yang digunakan pada penelitian ini.

**Tabel 3.1.** Data Sekunder

<b>Nama Data Sekunder</b>	<b>Sumber Data Sekunder</b>
Data borlog dan properties tanah	Perencana, dari hasil laboratorium.
Data curah hujan di lokasi penelitian	BMKG Kabupaten Bogor
Gambar DED Dinding Penahan Tanah	Dari pelaksana (Kontraktor)

Untuk perhitungan turap dinding penahan tanah *existing*, maka yang diambil dari *existing* adalah seperti yang ada di Gambar 3.5 berikut.



**Gambar 3.5.** *Cross Section* Dinding Penahan Tanah Sepanjang 23 meter

### 3.4 Metode Pengolahan Data

Dalam menentukan metode penelitian kita harus teliti agar dapat dihasilkan tahapan yang tepat serta mudah dimengerti oleh pembaca, Sehingga setiap langkah atau tahapan yang dilakukan penulis harus benar benar berjalan dengan baik dan lancar. Tahapan penelitian secara umum telah dijelaskan pada bagan alir pada Gambar 3.5 diatas, berikut penjelasan tahapan penelitian :

#### A. Tahapan Pendahuluan

Tahapan pendahuluan terdiri dari beberapa kegiatan sebagai berikut :

1. Menentukan topik penelitian yang akan dikerjakan berkaitan dengan studi kasus yang ada dilapangan atau proyek, dengan berkonsultasi dosen pembimbing.
2. Melakukan studi literatur terkait atau studi penelitian terdahulu/sebelumnya dengan topik penelitian dan kasus penelitian yang sama dengan yang akan kita teliti.
3. Pemahaman teori yang akan kita teliti baik dari studi literature maupun jurnal jurnal yang memiliki studi kasus yang sama.

## B. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder yang akan digunakan dalam penelitian diperoleh dari Konsultan Perencana, yaitu Elano Konstruksi. Data tersebut berupa desain rencana turap, data borlog, serta data laboratorium tanah. Dari Badan Meteorologi dan Klimatologi berupa data curah hujan.

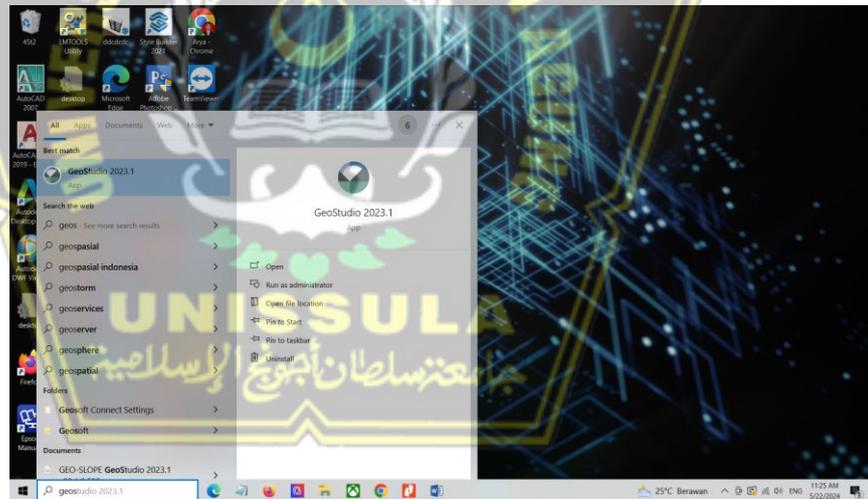
Data-data yang kita dapatkan akan digunakan sebagai pedoman perhitungan analisis stabilitas lereng menggunakan perangkat lunak *Seep/W* dan *Slope/W*.

## C. Permodelan dengan perangkat lunak Geostudio *Seep/W*.

Berikut ini adalah langkah langkah permodelan dengan perangkat lunak *Seep/W* :

### 1. Mulai Program

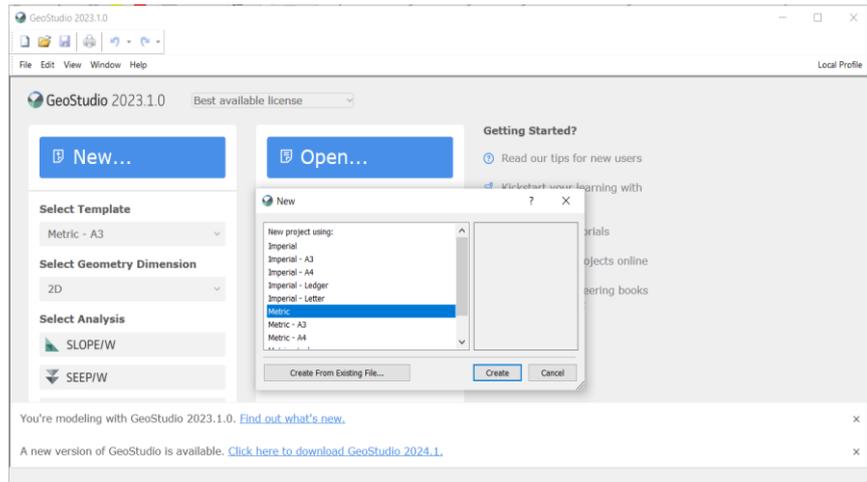
Untuk mulai program *Seep/W*, dapat diakses melalui program Geostudio 2023 pada menu *start windows* ataupun langsung klik *shortcut Geostudio 2023* di desktop.



**Gambar 3.6.** Membuka Program Geostudio 2023

### 2. Memulai Project

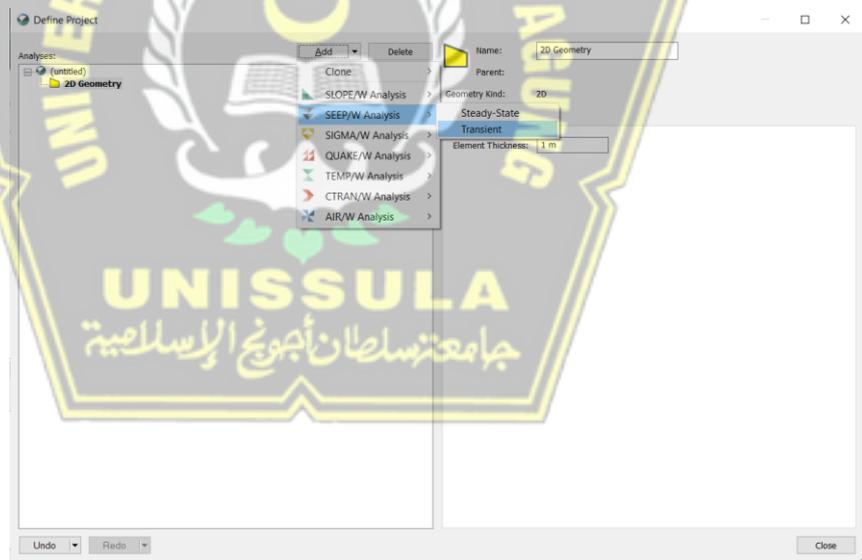
Setelah program Geostudi 2023 terbuka, pilih *new* > pilih *metric* untuk pilihan menggunakan kertas outputnya nanti, lalu klik *create* jika sudah memilih.



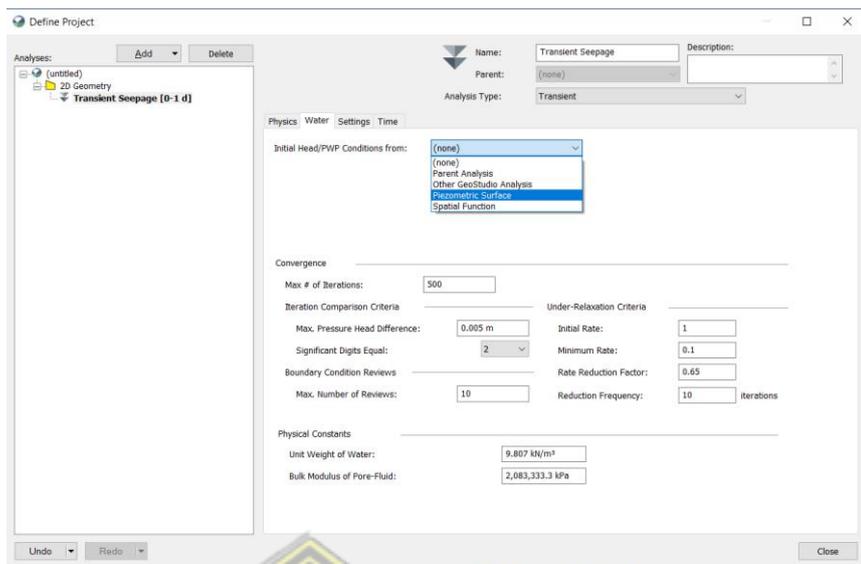
**Gambar 3.7.** Memulai *Project* Baru

### 3. Memilih Jenis Analisis

Setelah muncul tab *define project*, maka pilih *add* > *Seep/W Analysis* dan klik *Transient*. Setelah muncul tab *transient* maka klik menu *water*, lalu pilih *Piezometric Surface* pada pilihan *Initial Head/PWP Conditions From*.

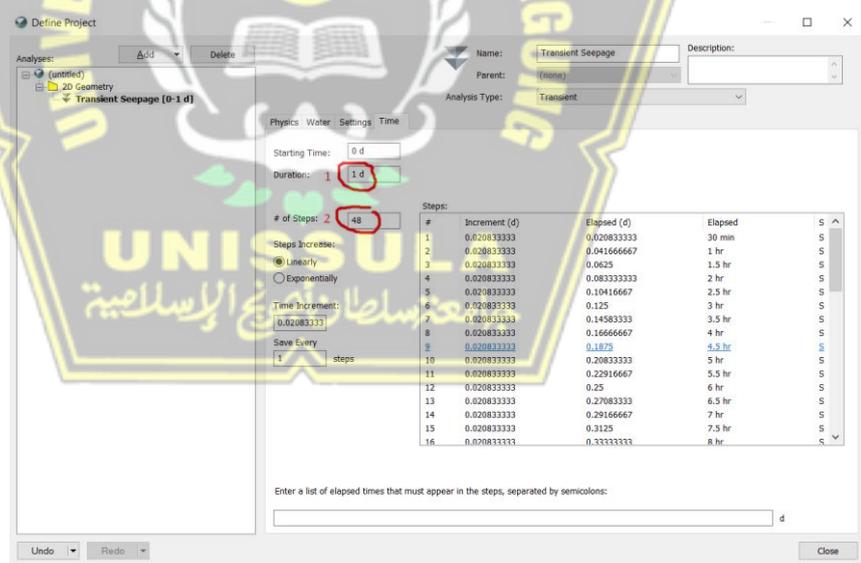


**Gambar 3.8.** Memilih Jenis Metode Analisis



**Gambar 3.9.** Memilih Initial Head/PWP Conditions From

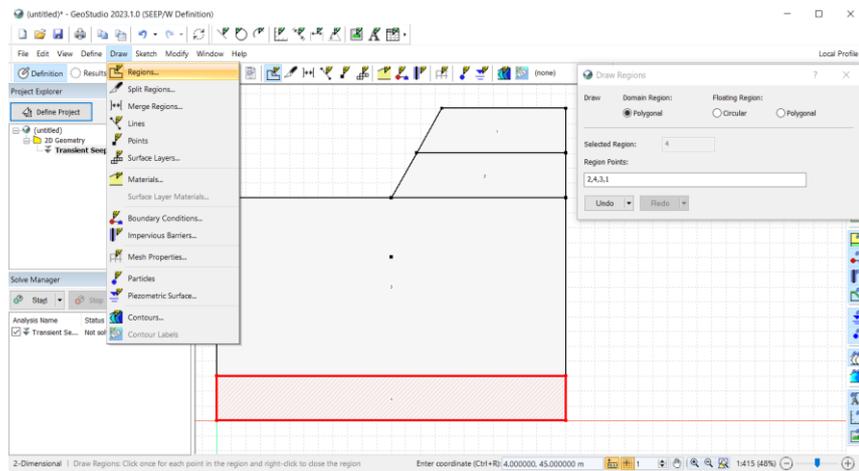
Pada tab menu Time, ubah *Duration* menjadi 1d atau 1 hari, kemudian pada kolom *# of steps* isi 48, karena di penelitian ini akan menganalisis per 30 menit. Jadi jika total analisis 24 jam, maka untuk melihat per 30 menit harus diisi 48.



**Gambar 3.10.** Mengisi Menu Tab Time

#### 4. Menggambar Lereng

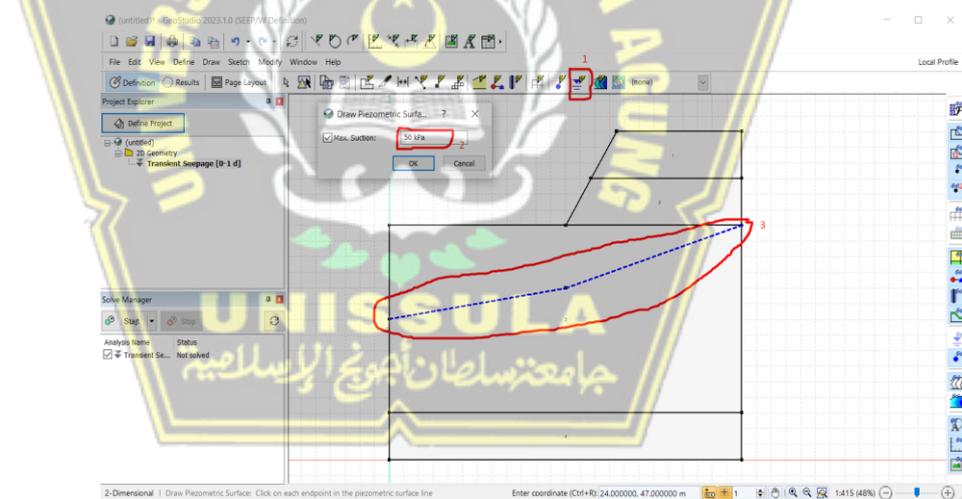
Langkah selanjutnya adalah menggambar profil lereng, bisa dengan terlebih dahulu membuat point koordinatnya, setelah itu klik menu *draw*, > *region*, pilih *domain region* > *polygon*, kemudian gambar region sesuai dengan lapisan lapisan lereng.



**Gambar 3.11.** Menggambar Lereng

## 5. Menggambar Tinggi Muka Air

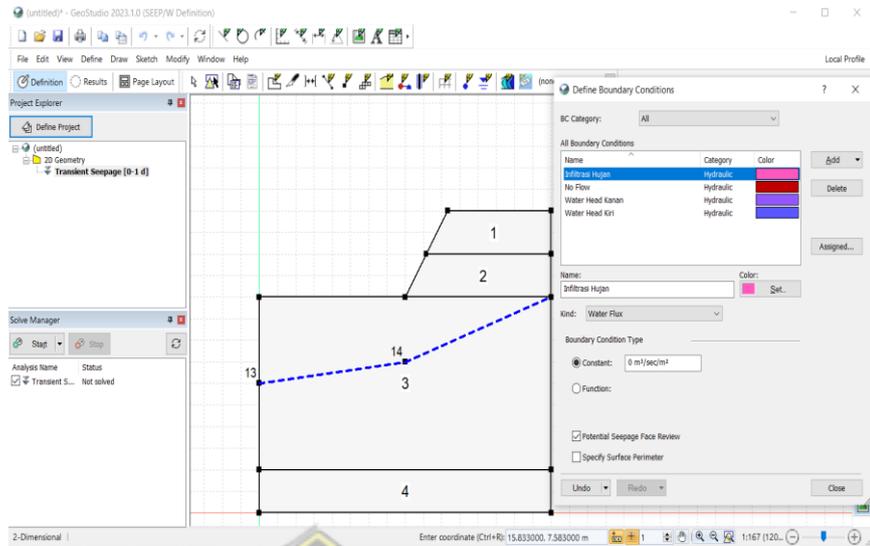
Pilih menu *draw piezometric surface*, setelah itu muncul tab *max suction*, isi maksimal muka air tersebut sesuai dengan muka air lereng. Lalu setelah itu pilih Ok, maka bisa langsung digambar muka airnya seperti gambar berikut



**Gambar 3.12.** Menggambar Tinggi Muka Air

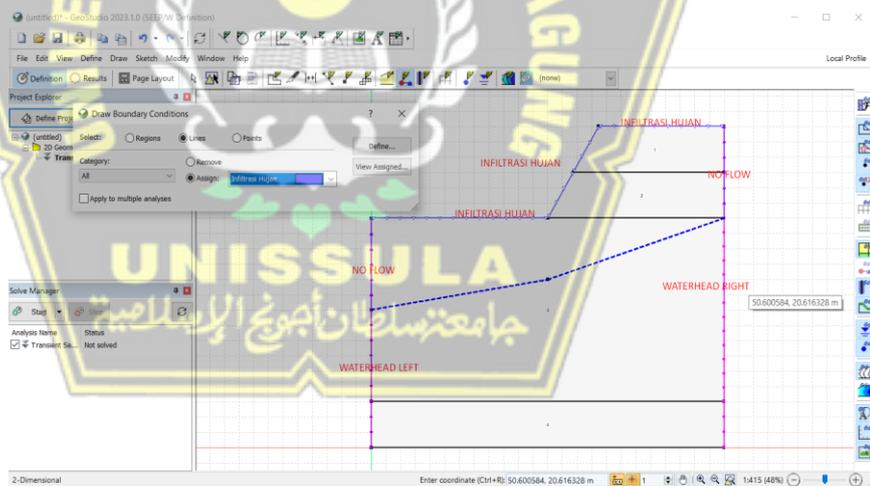
## 6. Membuat Boundary Conditions

Pilih menu *define > Boundary Conditions*. Pada tab define boundary conditions, pilih *add > New Hydraulic BC >* Lalu isi sesuai kondisi apa saja yang ada dilapangan.



**Gambar 3.13.** Membuat Boundary Conditions

Setelah Boundary Conditions dibuat, maka assign kondisi boundary pada tiap tiap lapisan disesuaikan dengan kondisi lapangan. Pilih ikon *Draw Boundary Conditions* > Pilih *Assign* > *Klik* gambar sesuai posisi kondisi.

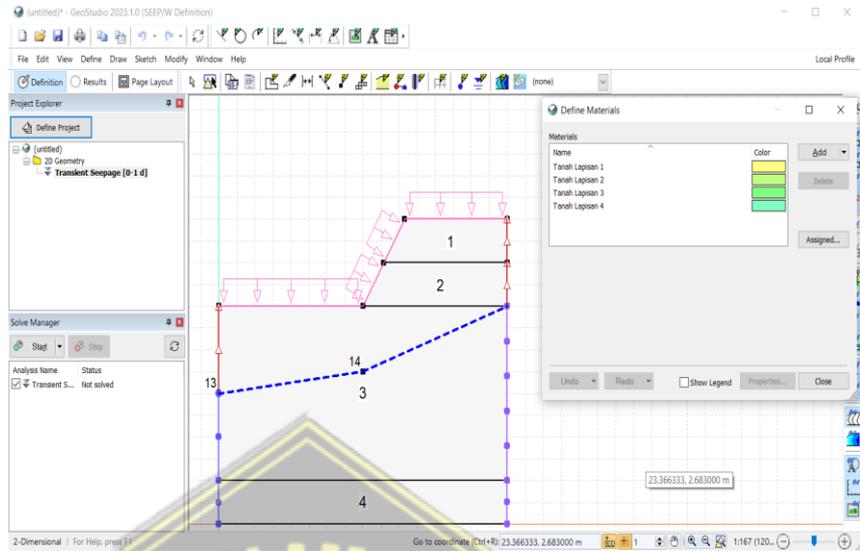


**Gambar 3.14.** Assign Boundary Conditions

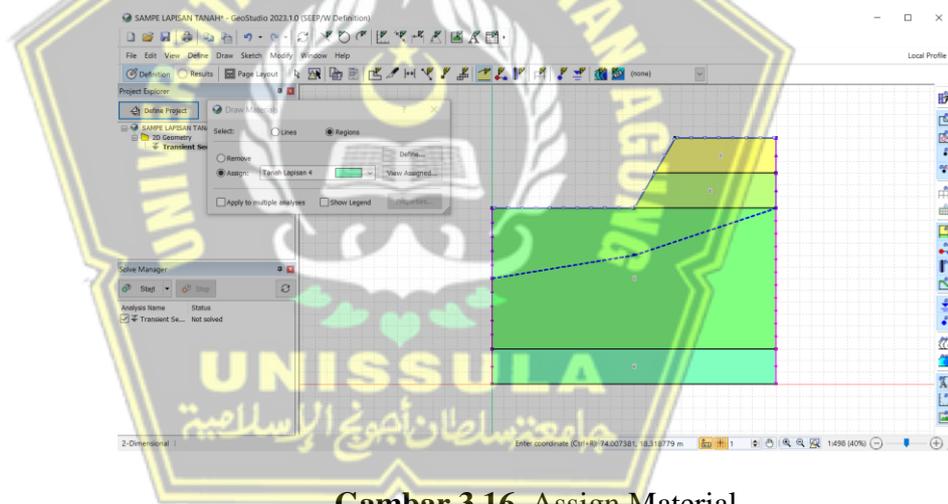
## 7. Membuat Define Material

Setelah assign boundary conditions, maka langkah selanjutnya adalah membuat properties material. Klik menu *draw* > *materials*. Beri nama material pada tab name, untuk material models pilih Mohr-Coulomb, kemudian isi soil properties pada tab

basic di bawahnya. Setelah itu assign masing - masing material pada region nya.



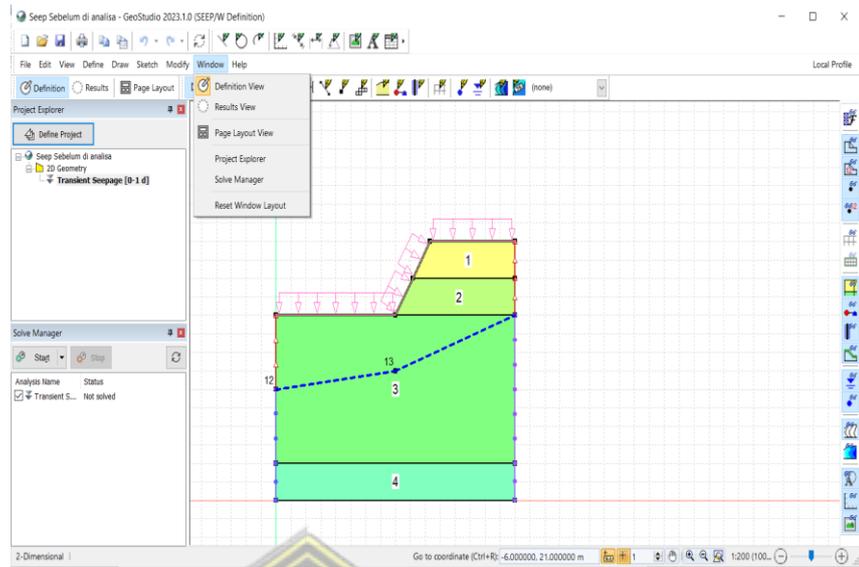
Gambar 3.15. Membuat Define Material



Gambar 3.16. Assign Material

## 8. Menjalankan Analisa

Setelah langkah langkah diatas dilakukan, maka lakukan analisa dengan mengaskes menu *Window > Result View*, Lalu klik start.



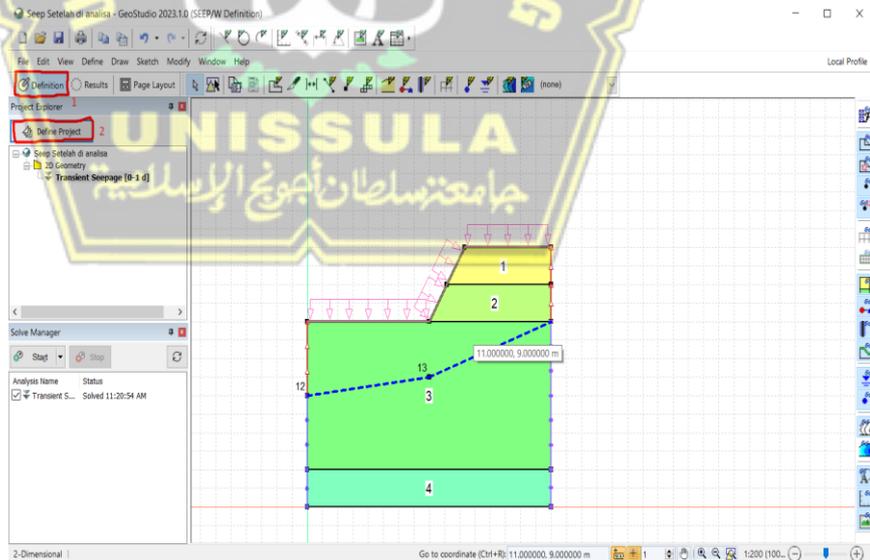
**Gambar 3.17.** Menjalankan Analisa

**D. Permodelan dengan perangkat lunak Geostudio *Slope/W*.**

Berikut ini adalah langkah langkah permodelan dengan perangkat lunak *Slope/W* :

**1. Define Project**

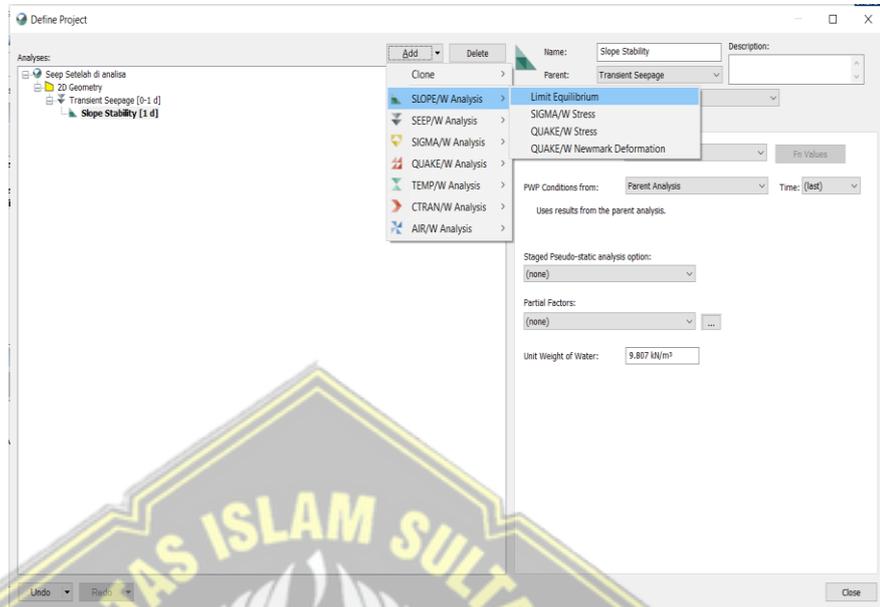
Setelah Langkah pada *Seep/W* dilakukan analisa, maka klik *Definition > Define Project*.



**Gambar 3.18.** Define Project

Pada tab Define Project, klik *add > Slope Analysis > Limit Equilibrium*. Setelah itu pada pilihan *Analysis Type* pilih *Bishop*, pada pilihan *PWP Conditions from* pastikan diisi *Parent Analysis*,

agar berhubungan dengan analisa *Seep/W* sebelumnya. Untuk pilihan *Time*, maka pilih *all* seperti Gambar 3.20. Setelah itu pilih *close*.



Gambar 3.19. Membuat Define Project

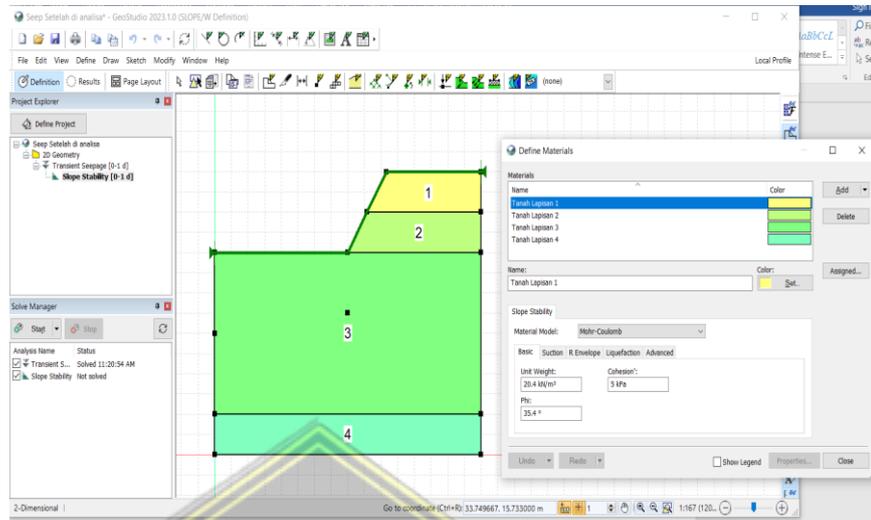


Gambar 3.20. Tab Define Project

## 2. Define Materials

Setelah langkah setting tab define project selesai, maka pilih menu *define > materials*. Lalu masukkan properties lapisan tanah berupa data *Unit weight*, *Cohesion* dan *Phi*. Ulangi langkah

tersebut sesuai lapisan tanah. Untuk material Model pilih *Mohr-Coulomb*.

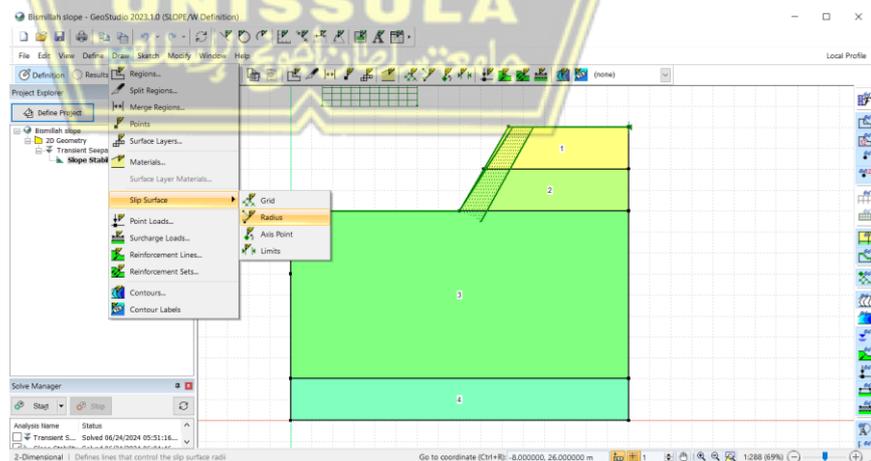


**Gambar 3.21.** Define Materials

Setelah mengisi data properties tanah, assign pada menu *draw materials* lalu klik lapisan tanah sesuai yang dipilih.

### 3. Menggambar Bidang Gelincir Lereng

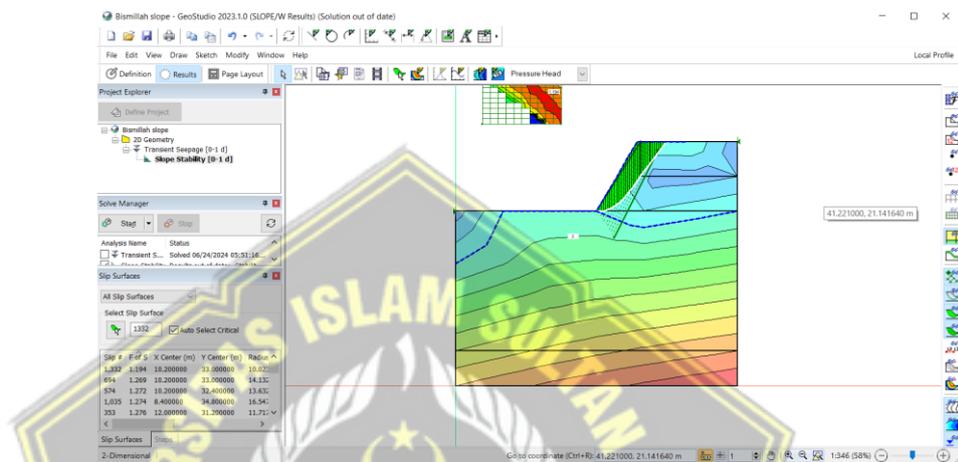
Langkah selanjutnya adalah menggambar bidang gelincir, langkah ini dapat diakses pada menu *Draw > Slip Surface > Entry and Exit*



**Gambar 3.22.** Bidang Gelincir Lereng

#### 4. Menjalankan Analisa

Setelah langkah langkah diatas dilakukan, maka kita dapat menjalankan analisa faktor keamanan (safety factor). Untuk menjalankan analisa dengan klik menu *windows > result* lalu klik *start* untuk mulai analisa. Setelah itu tunggu beberapa detik, maka analisa safety faktor akan muncul.



**Gambar 3.23.** Hasil Analisa Lereng

*Output* dari pemodelan dengan perangkat lunak *Seep/W* adalah kontur *total head* serta lokasi dari *phreatic surface* atau *zero pressure isoline* dan *flux vectors*.

#### 3.5. Metode Analisis Data

Menurut Mandiyo (2012), Analisis data adalah proses penting dalam Penelitian yang bertujuan untuk mengekstraksi informasi yang berguna, mengidentifikasi pola atau trend an membuat kesimpulan yang didukung oleh data. Analisis data pada Penelitian ini menggunakan metode Analisis Deskriptif.

Metode Analisis Deskriptif adalah Metode Penelitian yang menggambarkan secara rinci dan detail karakteristik obyek atau pekerjaan yang sedang diteliti. Proes Analisis Deskriptif biasanya dimulai dengan pengumpulan data melalui berbagai teknik observasi, wawancara, pengumpulan dokumen atau secara langsung terjun kelokasi penelitian. Data yang sudah terkumpul kemudian dianalisis de ngan cara mengidentifikasi pola - pola atau karakteristik khusus yang muncul dari data tersebut.

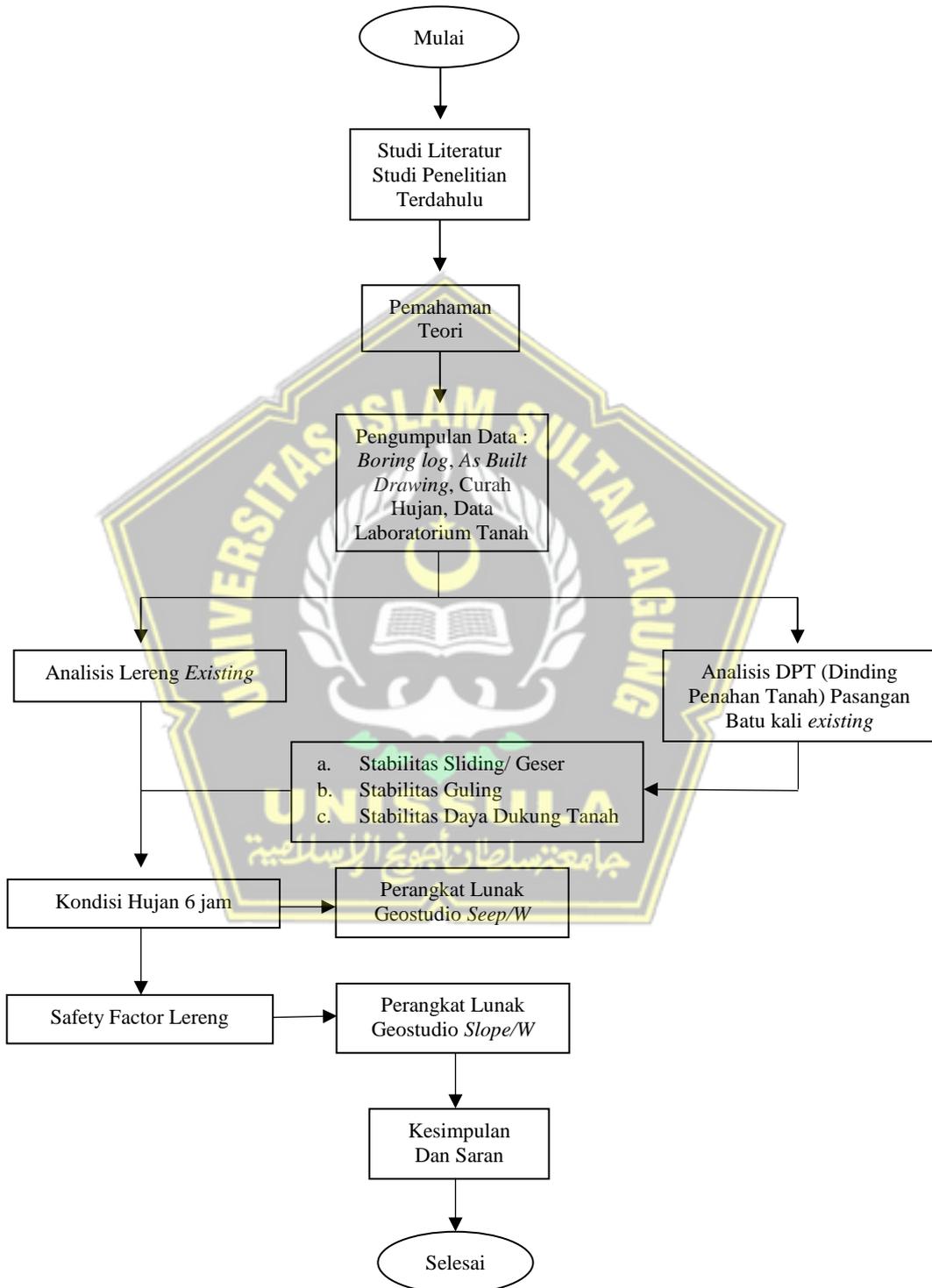
### 3.5.1 Output Penelitian

Dalam Penelitian ini, ditargetkan dapat menghasilkan *output* penelitian berupa analisis perhitungan stabilitas lereng menggunakan perangkat lunak Geostudio *Seep/W* dan *Slope/W*, yang menghasilkan angka keamanan (*safety factor*) lereng. Ada 3 *safety factor* sebagai hasil dari analisis penelitian :

1. *Safety Factor* dengan kondisi lereng sebelum hujan (*initial*), artinya adalah hasil analisa lereng dilakukan oleh perangkat lunak *Seep/W* dan *slope/W* dalam kondisi normal atau sebelum hujan.
2. *Safety Factor* dengan kondisi lereng setelah hujan selama 6 jam dengan intensitas 116,19 mm/hari, artinya adalah hasil analisa lereng dilakukan oleh perangkat lunak *Seep/W* dan *slope/W* dalam kondisi dihujan selama 6 jam
3. Analisa DPT (Dinding Penahan Tanah *Existing*) pasangan batu kali dengan kondisi lereng normal yaitu mencari stabilitas geser/sliding, stabilitas guling, serta kapasitas daya dukung dinding penahan tanah.
4. *Safety Factor* lereng dengan dinding penahan pasangan batu kali (*existing*) dengan kondisi sebelum hujan (*initial*) dan kondisi setelah hujan 6 jam.

### 3.6 Bagan Alir Penelitian

Didalam penelitian ini terdapat bagan alir yang bertujuan untuk menjelaskan tahapan pelaksanaan penelitian. Bagan alir penelitian ini dapat dilihat dalam Gambar 3.6



Gambar 3.24. Bagan Alir Penelitian



#### 4.2 Analisis Kestabilan Lereng Dalam Kondisi Normal (Initial) Dan Kondisi Hujan Dengan Perangkat Lunak *Seep/W* dan *Slope/W*.

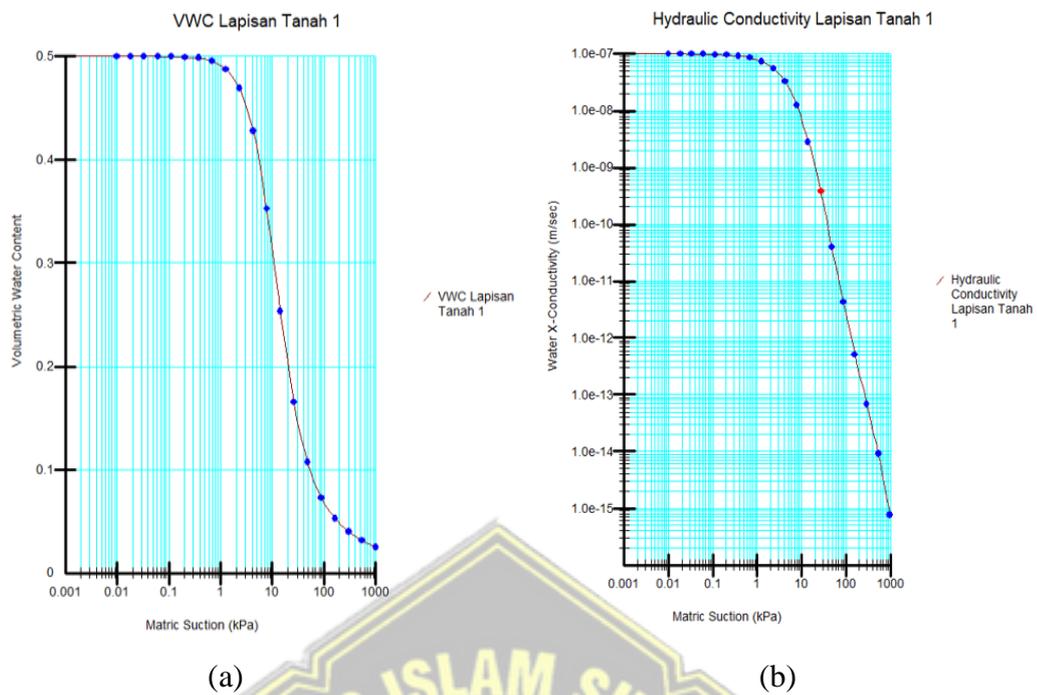
Pemodelan hujan pada studi kasus penelitian ini diterapkan intensitas curah hujan harian maksimum yaitu 116,19 mm/d sesuai data curah hujan yang diambil dari stasiun pemantauan terdekat (Stasiun Meteorologi dan Klimatologi Kabupaten Bogor) yang secara lengkap tersaji pada lampiran 3. Durasi hujan yang akan dijadikan penelitian adalah durasi hujan 6 jam, dengan intensitas flat per jamnya.

Melakukan analisa infiltrasi dalam kondisi hujan pada lereng menggunakan program berbasis *Finite Element Methode (FEM)* yaitu *Seep/W* dan *Slope/W* dari Geo Studio. Input data yang dibutuhkan adalah data curah hujan harian maksimum dan durasi hujan yang terjadi pada lereng serta *volumetric water content* dan *hydraulic conductivity* terhadap nilai *matric suction* pada masing-masing lapisan tanah. Tabel 4.1 berikut ini adalah input parameter yang diperlukan dengan menggunakan metode FredlundXing-Huang untuk setiap per lapisan tanah.

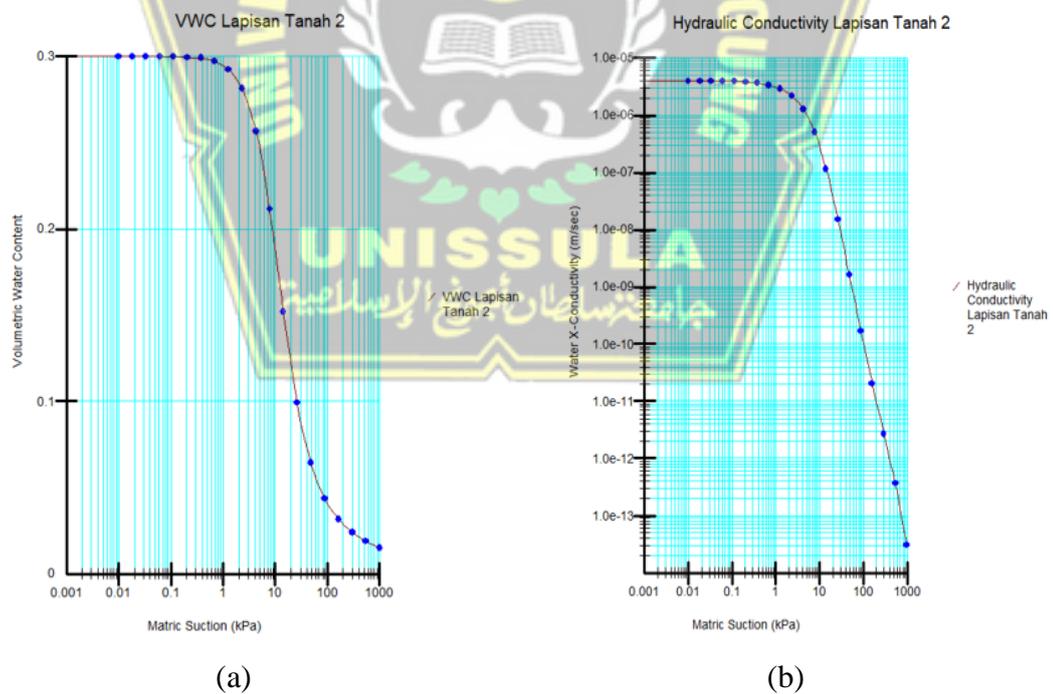
**Tabel 4.1.** Nilai *Volumetric Water Content* dan *Hydraulic Conductivity* terhadap Nilai *Matric Suction*

Lapisan Tanah	Saturated Water Content	Compressibility (kPa)	Saturated Kx (m/sec)
1	0,5	6,90E-05	1,00E-07
2	0,32	2,10E-05	4,00E-06
3	0,47	1,30E-05	4,00E-06
4	0,28	5,20E-06	1,00E-05

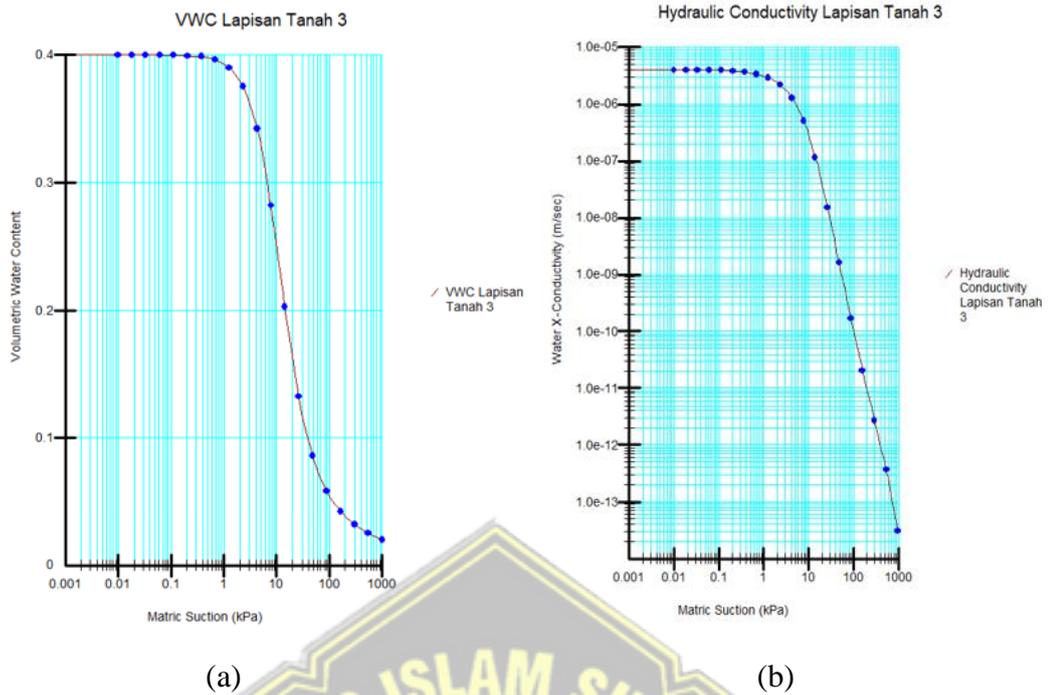
Dari tabel diatas, kemudian di input kedalam program geostudio, maka didapatkan grafik hubungan antara *Volumetric Water Content* terhadap nilai *Matric Suction*. Serta *Hydraulic Conductivity* terhadap nilai *Matric Suction* untuk setiap lapisan tanah. Berikut ini hasil dari input data tersebut pada Gambar 4.2 - 4.5



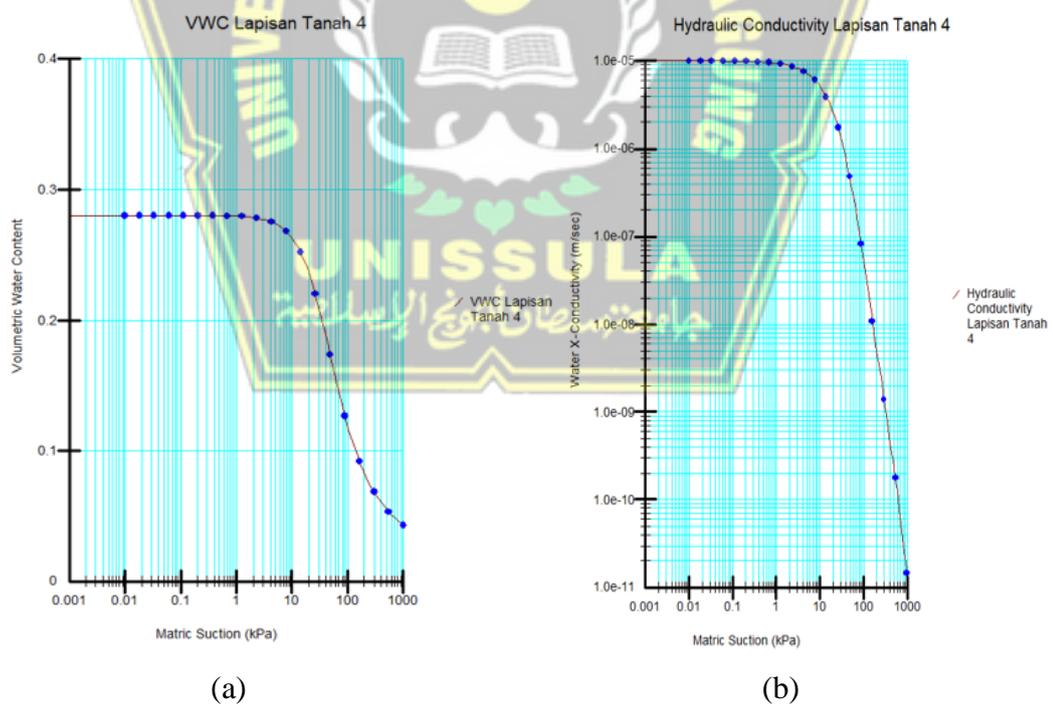
**Gambar 4.2.** Grafik *Volumetric Water Content* terhadap nilai *Matric Suction* (a), Grafik *Hydraulic Conductivity* terhadap nilai *Matric Suction* (b) untuk lapisan tanah 1



**Gambar 4.3.** Grafik *Volumetric Water Content* terhadap nilai *Matric Suction* (a), Grafik *Hydraulic Conductivity* terhadap nilai *Matric Suction* (b) untuk lapisan tanah 2

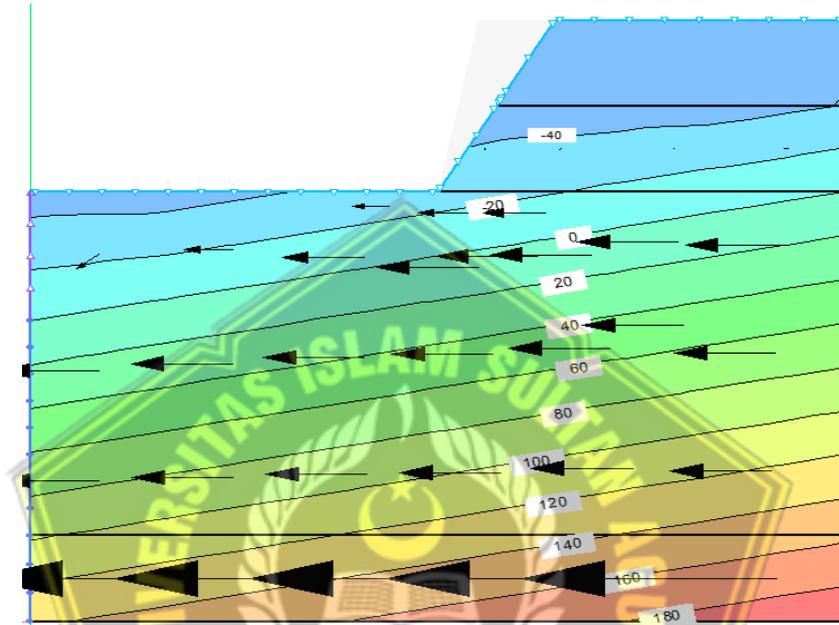


**Gambar 4.4.** Grafik *Volumetric Water Content* terhadap nilai *Matric Suction* (a), Grafik *Hydraulic Conductivity* terhadap nilai *Matric Suction* (b) untuk lapisan tanah 3

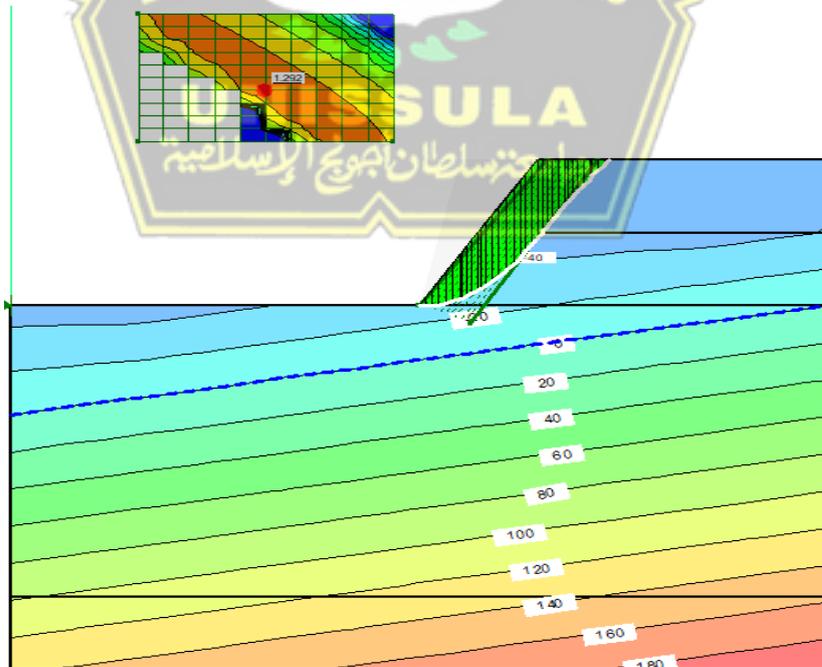


**Gambar 4.5.** Grafik *Volumetric Water Content* terhadap nilai *Matric Suction* (a), Grafik *Hydraulic Conductivity* terhadap nilai *Matric Suction* (b) untuk lapisan tanah 4

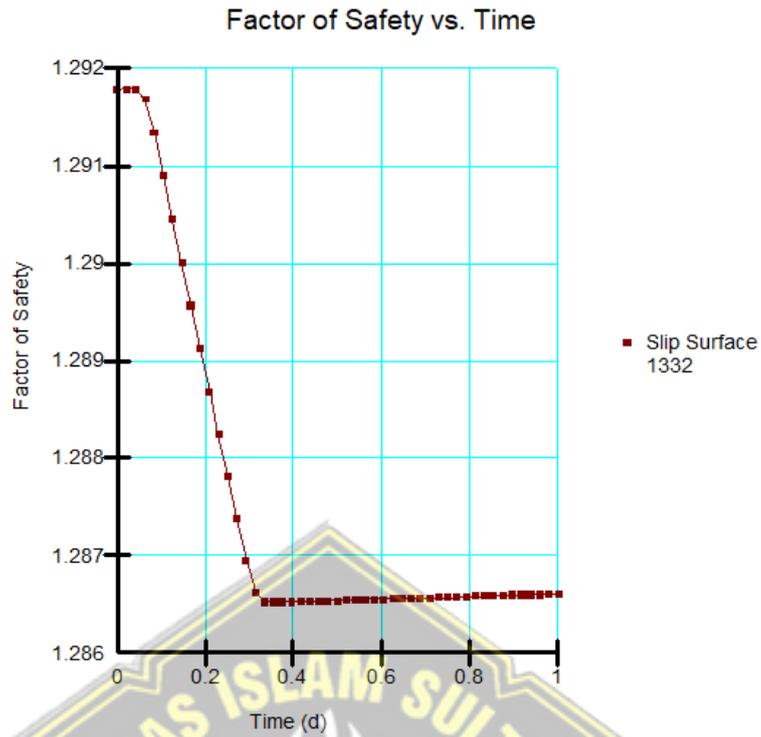
Dari data - data yang tersedia, lalu dianalisis dengan kondisi curah hujan 6 jam dengan menggunakan perangkat lunak berbasis *Finite Element Methode (FEM)* yaitu Geostudi *Seep/W* dengan tujuan mengetahui pola distribusi tekanan air pori di lereng. Selanjutnya dianalisis faktor keamanan (*Safety Factor*) lereng dengan menggunakan perangkat lunak Geostudio *Slope/W*. Hasil analisis adalah sebagai berikut :



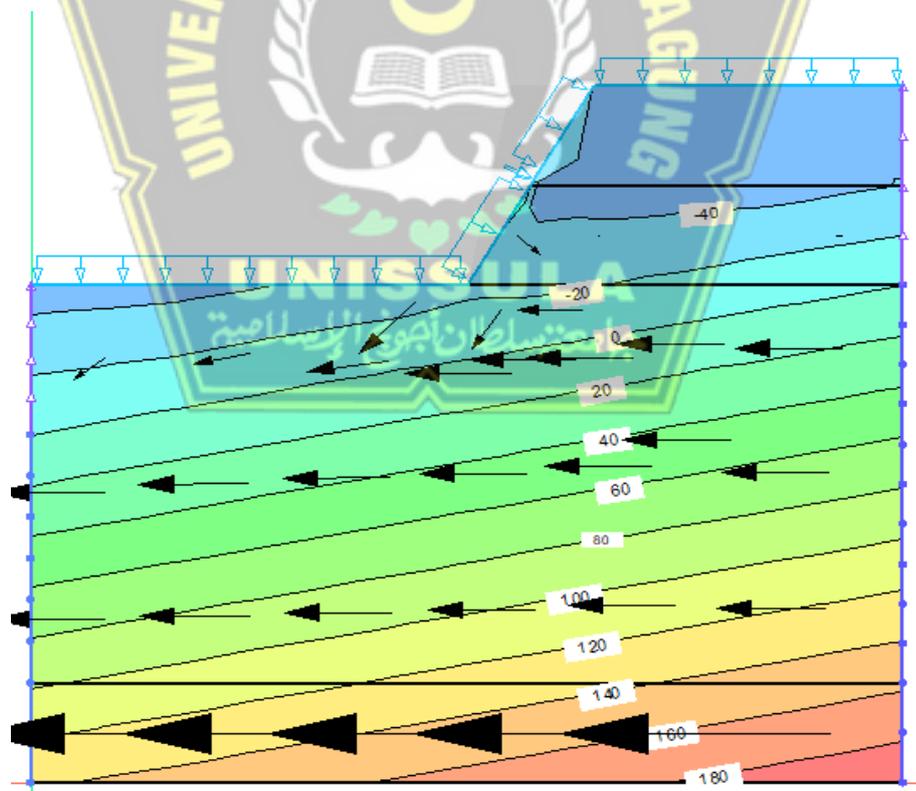
**Gambar 4.6.** Lereng Sebelum Hujan, Pola Distribusi Tekanan Air Pori



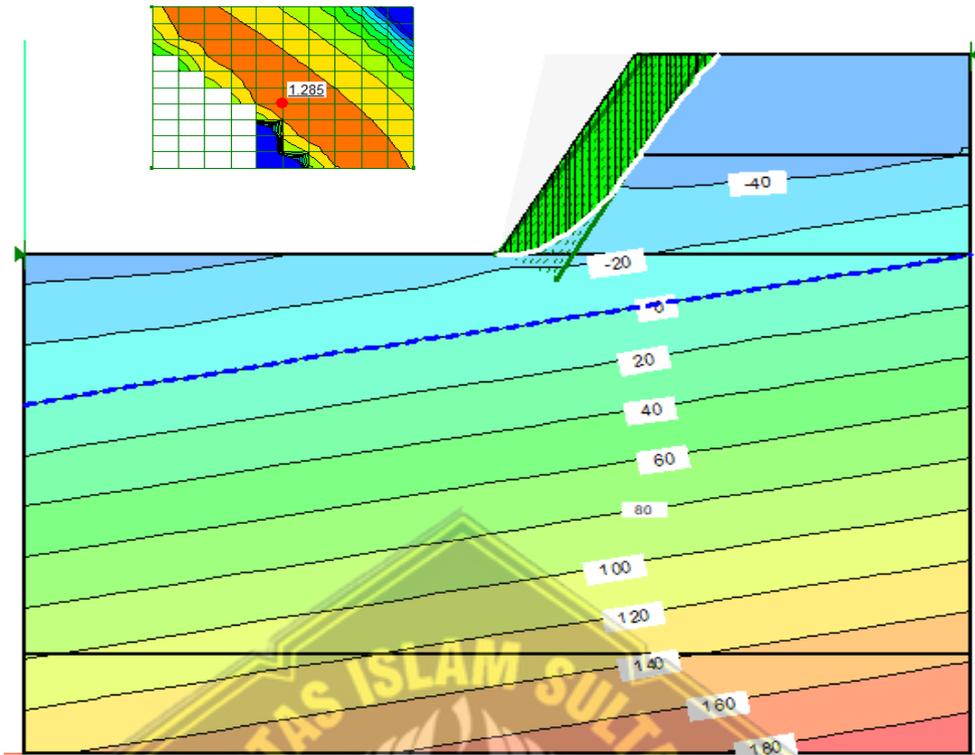
**Gambar 4.7.** Lereng Sebelum Hujan, Bidang Longsor Lereng



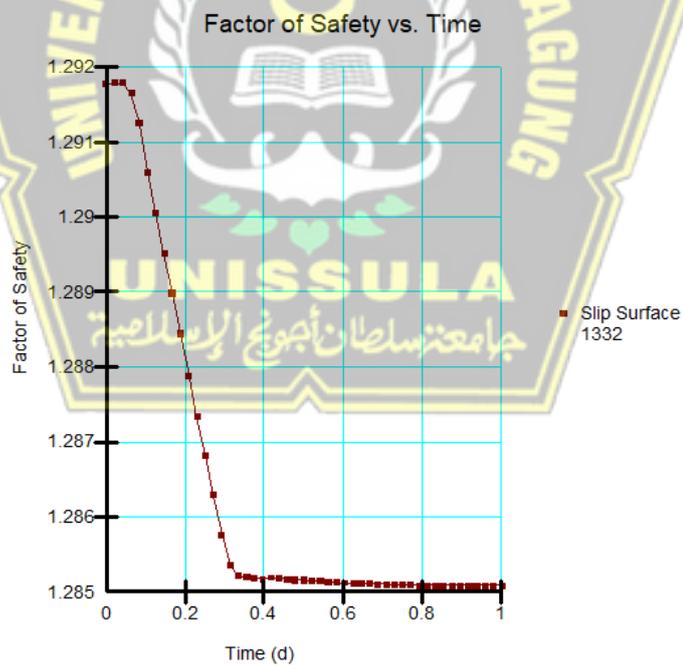
Gambar 4.8. Lereng Sebelum Hujan, Faktor Keamanan Lereng 1,292



Gambar 4.9. Kondisi Lereng 6 Jam Hujan, Pola Distribusi Tekanan Air Pori



**Gambar 4.10.** Kondisi Lereng 6 Jam Hujan, Bidang Longsor Lereng



**Gambar 4.11.** Kondisi Lereng 6 Jam Hujan, Faktor Keamanan Lereng 1,285

**Tabel 4.2.** Hasil Analisa Lereng

No	Safety Factor	
	Kondisi Sebelum Hujan	Kondisi Hujan 6 jam
Safety Factor	1,292	1,285
MAT	- 4 meter	- 4 meter

Hasil analisis kondisi sebelum dan sesudah hujan dengan menggunakan perangkat lunak Geostudio *Seep/W* dan *Slope/W* diatas adalah banyak air hujan yang terinfiltrasi ke dalam tanah/lereng. Besarnya nilai infiltrasi air hujan dipengaruhi oleh kondisi lapisan tanah, curah hujan, serta durasi hujan.

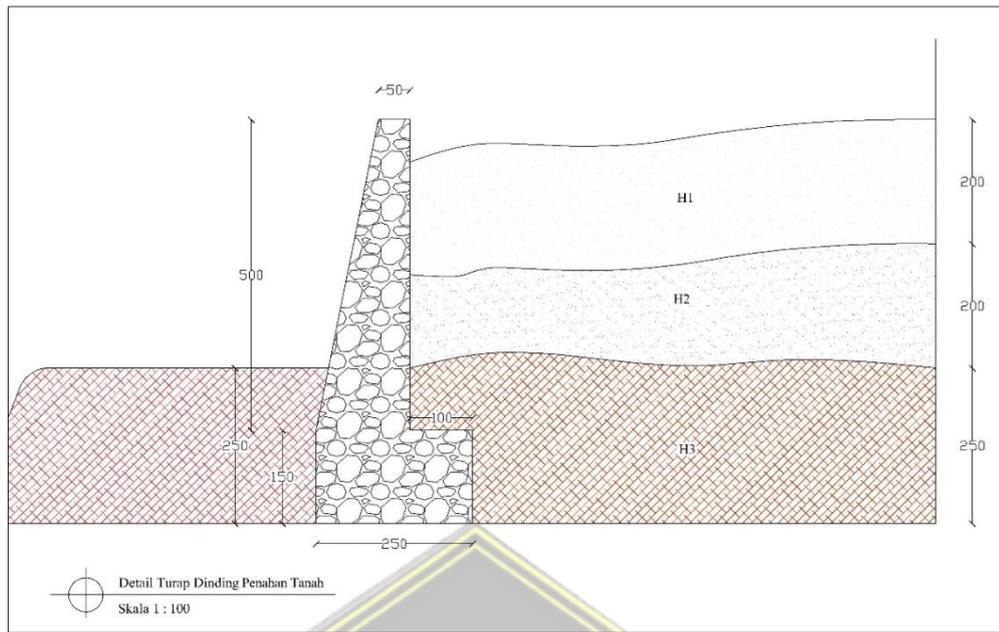
Dari hasil analisis studi kasus penelitian ini, maka safety faktor infiltrasi pada kondisi sebelum hujan adalah 1,292, sedangkan setelah hujan 6 jam adalah sebesar 1,285. Dari kondisi tersebut maka, kondisi 6 jam hujan menyebabkan safety faktor lereng turun sebesar 0.99% dari kondisi sebelum hujan atau initial.

Semakin dekat MAT dengan permukaan tanah, maka nilai FK semakin mengecil. Semakin jauh jarak muka air tanah terhadap bidang dasar longsoran maka nilai faktor keamanannya semakin besar.

#### **4.3 Analisis Dinding Penahan Tanah (DPT) Pasangan Batu Kali (*Existing*)**

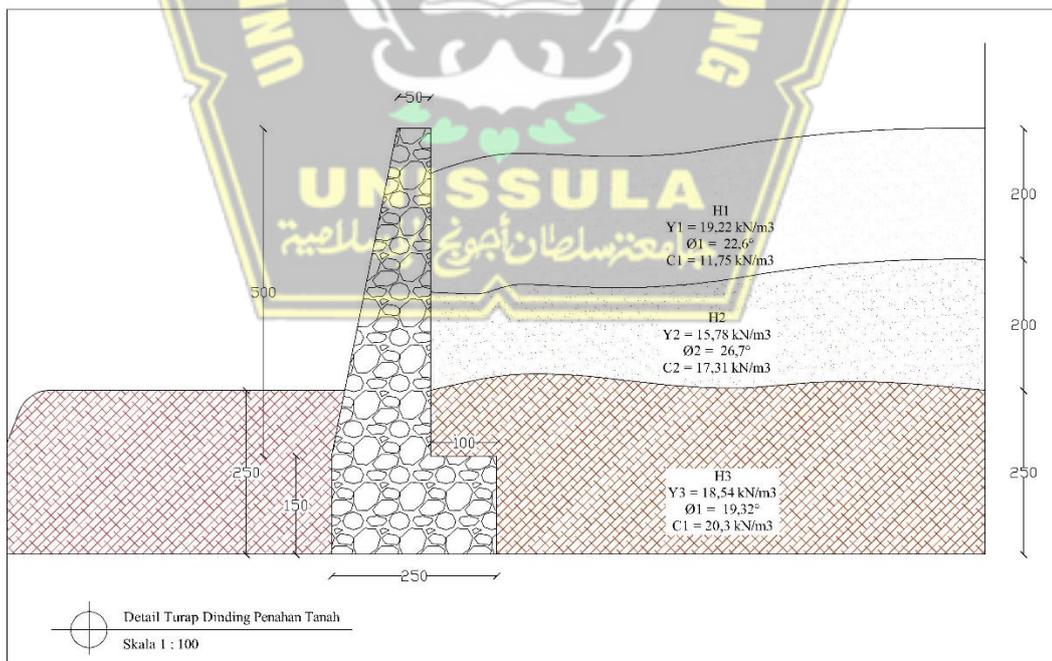
Dari tabel hasil laboratorium tanah, kita dapat menghitung analisis dinding penahan tanah pasangan batu *existing*, untuk mengetahui apakah DPT tersebut termasuk kategori aman atau belum.

Dari gambar 3.5 dapat diketahui, bahwa panjang dinding penahan tanah yang akan diteliti adalah 23 meter, sedangkan untuk gambar tampak samping dinding penahan tanah ada pada Gambar kerja 4.12.



**Gambar 4.12.** Detail Turap Dinding Penahan Tanah *Existing*

Untuk diketahui beberapa data tanah hasil dari tes laboratorium sebagai berikut :



**Gambar 4.13.** Properties Lapisan tanah

$$\begin{array}{l}
 \gamma_1 = 19,22 \text{ kN/m}^3 \\
 \emptyset_1 = 22,6^\circ \\
 c_1 = 11,75 \text{ kN/m}^2
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \gamma_1 \\ \emptyset_1 \\ c_1 \end{array}} \right\} \text{H1}$$

$$\begin{array}{l}
 \gamma_2 = 15,78 \text{ kN/m}^3 \\
 \emptyset_2 = 26,7^\circ \\
 c_2 = 17,31 \text{ kN/m}^2
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \gamma_2 \\ \emptyset_2 \\ c_2 \end{array}} \right\} \text{H2}$$

$$\begin{array}{l}
 \gamma_3 = 18,54 \text{ kN/m}^3 \\
 \emptyset_3 = 19,32^\circ \\
 c_3 = 20,3 \text{ kN/m}^3
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \gamma_3 \\ \emptyset_3 \\ c_3 \end{array}} \right\} \text{H3}$$

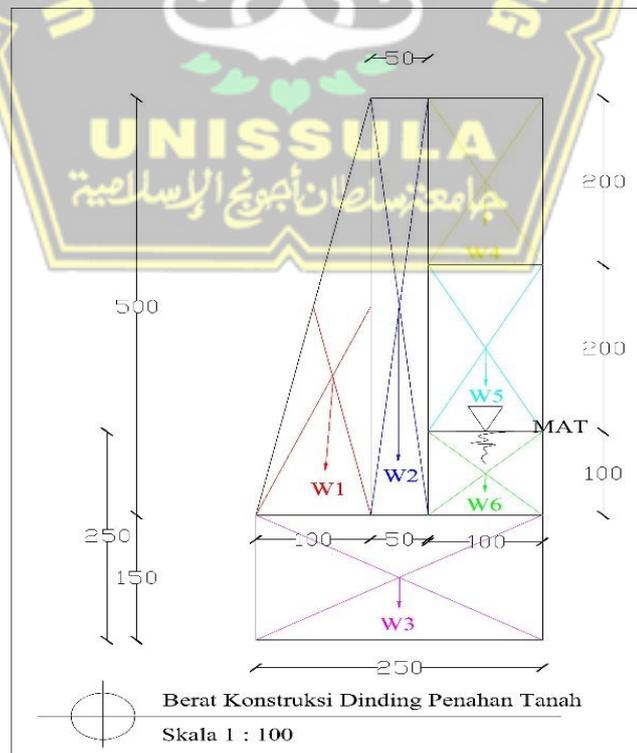
Dari data diatas, kita akan menghitung beberapa poin dibawah ini.

1. Safety Faktor terhadap overturning/guling.
2. Safety Faktor terhadap sliding/geser.
3. Safety Faktor terhadap capacity failure.

Maka ada beberapa langkah dalam menganalisa nilai ketiga safety factor tersebut.

### Langkah 1 : Tentukan Berat Konstruksi

Bagi berat konstruksi sesuai dengan jenis tanah dan ukuran turap *existing*, sebagaimana terlihat pada Gambar 4.14 dibawah ini.



**Gambar 4.14.** Berat Konstruksi

$$\begin{aligned} \text{Bidang W1} &= \frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi} \times \gamma \text{ pasangan batu} \\ &= \frac{1}{2} \times 1 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3 \\ &= 60 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bidang W2} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \gamma \text{ pasangan batu} \\ &= 5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3 \\ &= 60 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bidang W3} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \gamma \text{ pasangan batu} \\ &= 2,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3 \\ &= 90 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bidang W4} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \gamma_1 \\ &= 1 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 19,22 \text{ kN/m}^3 \\ &= 38,44 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bidang W5} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \gamma_2 \\ &= 1 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 15,78 \text{ kN/m}^3 \\ &= 31,56 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bidang W6} &= \text{panjang} \times \text{Lebar} \times \gamma_3 - \gamma \text{ air} \\ &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times (18,54 \text{ kN/m}^3 - 10 \text{ kN/m}^3) \\ &= 8,54 \text{ kN} \end{aligned}$$

### Langkah 2 : Menentukan Jarak Beban ke Ujung Dinding Penahan Tanah

$$x_1 = \left(\frac{2}{3} \times 1 \text{ m}\right) = 0,67 \text{ m}$$

$$x_2 = \left(\frac{1}{2} \times 0,5 \text{ m}\right) + 1 \text{ m} = 1,25 \text{ m}$$

$$x_3 = \frac{1}{2} \times 2,5 \text{ m} = 1,25 \text{ m}$$

$$x_4 = \left(\frac{1}{2} \times 1 \text{ m}\right) + 0,5 \text{ m} + 1 \text{ m} = 2 \text{ m}$$

$$x_5 = \left(\frac{1}{2} \times 1 \text{ m}\right) + 0,5 \text{ m} + 1 \text{ m} = 2 \text{ m}$$

$$x_6 = \left(\frac{1}{2} \times 1 \text{ m}\right) + 0,5 \text{ m} + 1 \text{ m} = 2 \text{ m}$$

### Langkah 3 : Menentukan Momen Terhadap Ujung Dinding Penahan Tanah

$$\begin{aligned} M_1 &= W_1 \cdot x_1 \\ &= 60 \text{ kN/m}^3 \times 0,67 \text{ m} \\ &= 40,2 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_2 &= W_2 \cdot x_2 \\ &= 60 \text{ kN/m}^3 \times 1,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$= 75 \text{ kN/m}$$

$$M3 = W3 \cdot x3$$

$$= 90 \text{ kN/m}^3 \times 1,25 \text{ m}$$

$$= 112,5 \text{ kN/m}$$

$$M4 = W4 \cdot x4$$

$$= 38,44 \text{ kN/m}^3 \times 2 \text{ m}$$

$$= 76,88 \text{ kN/m}$$

$$M5 = W5 \cdot x5$$

$$= 31,56 \text{ kN/m}^3 \times 2 \text{ m}$$

$$= 63,12 \text{ kN/m}$$

$$M6 = W6 \cdot x6$$

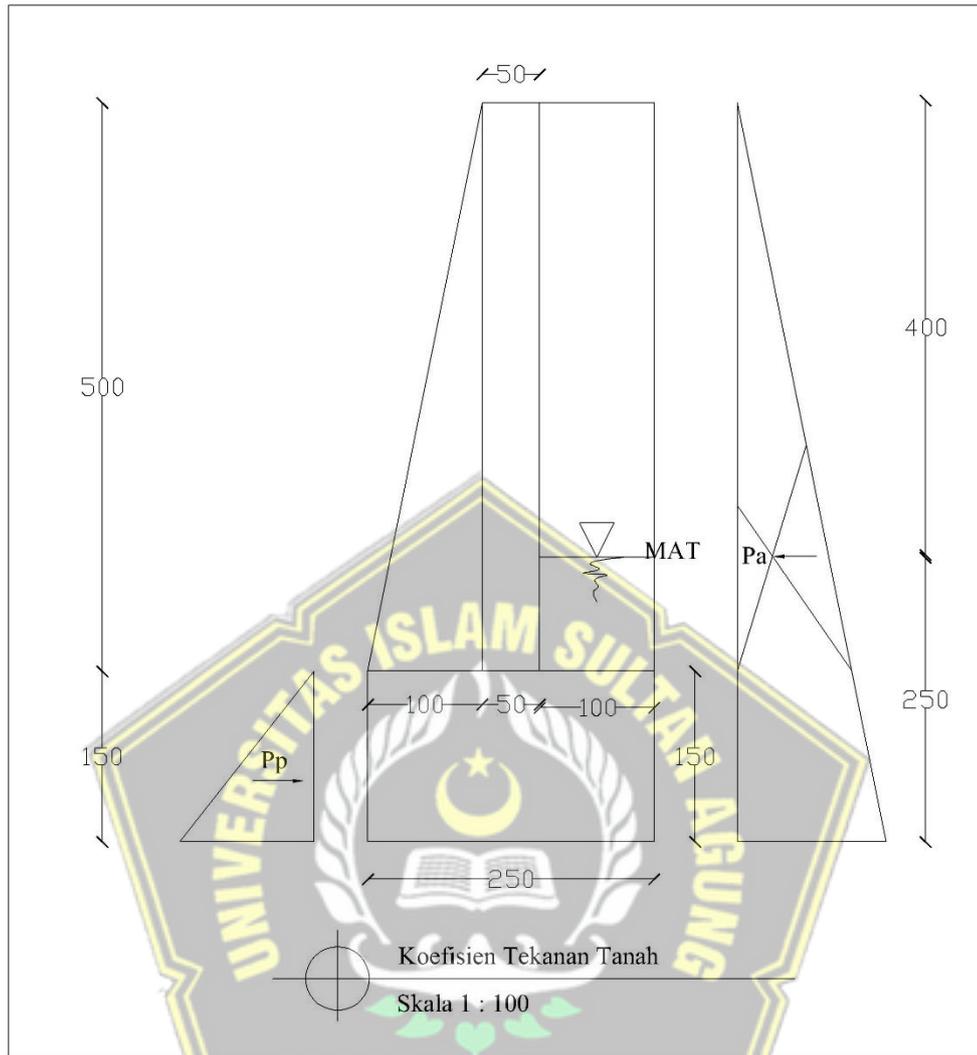
$$= 8,54 \text{ kN/m}^3 \times 2 \text{ m}$$

$$= 17,08 \text{ kN/m}$$

**Tabel 4.3.** Rekapitulasi Perhitungan Momen Akibat Gaya Vertikal

No	Berat (W) kN	Jarak (x) m	Momen (M) kN/m
1	60	0,67	40,2
2	60	1,25	75
3	90	1,25	112,5
4	38,44	2	76,88
5	31,56	2	63,12
6	8,54	2	17,08
	<b><math>\Sigma W = 288,54</math></b>		<b><math>\Sigma Mw = 384,78</math></b>

#### Langkah 4 : Menentukan Koefisien Tekanan Tanah



**Gambar 4.15.** Koefisien Tekanan Tanah

$$K_a = \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

$$K_p = \cos \beta \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

$\beta = 0$ , maka :

$$K_{a1} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin 22,6^\circ}{1 + \sin 22,6^\circ} = 0,44$$

$$K_{a2} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin 26,7^\circ}{1 + \sin 26,7^\circ} = 0,38$$

$$K_{a3} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin 19,32^\circ}{1 + \sin 19,32^\circ} = 0,50$$

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \frac{1 + \sin 19,32^\circ}{1 - \sin 19,32^\circ} = 1,98$$

**Pa akibat tekanan tanah setinggi 6,5 meter**

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot (\gamma) \cdot H^2$$

$$1. \quad P_{a1} = \frac{1}{2} \cdot K_{a1} \cdot (\gamma_1) \cdot H_1^2$$

$$P_{a1} = \frac{1}{2} \times 0,44 \times 19,22 \text{ kN/m}^3 \times (2)^2$$

$$P_{a1} = 16,91 \text{ kN}$$

$$2. \quad P_{a2} = \frac{1}{2} \cdot K_{a2} \cdot (\gamma_2) \cdot H_2^2$$

$$P_{a2} = \frac{1}{2} \times 0,38 \times 15,78 \text{ kN/m}^3 \times (2)^2$$

$$P_{a2} = 11,99 \text{ kN}$$

$$3. \quad P_{a3} = \frac{1}{2} \cdot K_{a3} \cdot (\gamma_3) \cdot H_3^2$$

$$P_{a3} = \frac{1}{2} \times 0,50 \times 18,54 \text{ kN/m}^3 \times (2,5)^2$$

$$P_{a3} = 28,96 \text{ kN}$$

$$P_a = P_{a1} + P_{a2} + P_{a3}$$

$$P_a = 16,91 \text{ kN/m}^3 + 11,99 \text{ kN/m}^3 + 28,96 \text{ kN/m}^3$$

$$P_a = 57,86 \text{ kN}$$

**Pp akibat tanah setinggi 1,5 m**

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \gamma_3 \cdot H_3^2$$

$$P_p = \frac{1}{2} \times 1,98 \times 18,54 \text{ kN/m}^3 \times (1,5 \text{ m})^2$$

$$P_p = 40,98 \text{ kN}$$

**Langkah 5 : Menentukan Jarak I Lengan Terhadap Titik 0**

$$Z_a = \frac{1}{3} \times H$$

$$= \frac{1}{3} \times 6,5 \text{ m}$$

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

$$Z_p = \frac{1}{3} \times 1,5 \text{ m}$$

$$= 0,5 \text{ m}$$

### Langkah 6 : Menghitung Momen Tekanan Tanah

Tekanan tanah aktif

$$P_a \times Z_a = 57,86 \text{ kN/m}^3 \times 2,2 \text{ m} = 127,29 \text{ kN/m}$$

Tekanan tanah Pasif

$$P_p \times Z_p = 40,98 \text{ kN/m}^3 \times 0,5 \text{ m} = 20,49 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \Sigma Ph &= P_a - P_p \\ &= 57,86 \text{ kN/m}^3 - 40,98 \text{ kN/m}^3 \\ &= 16,88 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma Mh &= (P_a \times Z_a) - (P_p \times Z_p) \\ &= (127,29 \text{ kN/m}^3 - 20,49 \text{ kN/m}^3) \\ &= 106,8 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

### Langkah 7 : Menentukan Stabilitas Terhadap Guling

$$Fgl = \frac{\Sigma Mw}{\Sigma Mh} \geq 1,5$$

$$Fgl = \frac{384,78}{106,8} = 3,60 \dots \dots, \text{OK, dimensi tidak perlu diperbesar}$$

Dimana :

Fgl = Faktor aman terhadap penggulingan

$\Sigma Mw$  = Jumlah momen yang melawan pergulingan

$\Sigma Mh$  = Jumlah momen yang menyebabkan penggulingan

### Langkah 8 : Menentukan Stabilitas Terhadap Sliding/Geser

Diketahui tahanan geser untuk dinding B = 23 meter, Maka gunakan rumus sebagai berikut :

$$\Sigma Rh = C_d \cdot B + \Sigma W \tan \delta_b$$

Dimana :

$\Sigma Rh$  = Tahanan dinding penahan tanah terhadap pergeseran

$C_d$  = C2 (adhesi antara tanah dan dasar dinding)

B = Panjang Pondasi

$\Sigma W$  = Berat total dinding penahan dan tanah diatas plat pondasi

$\delta_b$  = sudut geser antara tanah dan dasar pondasi ( $\phi_3 = 19,32^\circ$ )

$$\begin{aligned}\Sigma R_h &= (17,31 \text{ kN/m}^2 \cdot 23 \text{ m}) + 288,54 \text{ kN} \tan 19,32 \\ &= 499,28 \text{ kN/m}^3\end{aligned}$$

$$Fgs = \frac{\Sigma R_h}{\Sigma P_h} \geq 1,5$$

$$Fgs = \frac{499,28}{16,88} = 29,57 \geq 1,5 \dots \dots \dots (OK,)$$

Dimana :

Fgs = Faktor aman terhadap pergeseran

$\Sigma R_h$  = Tahanan dinding penahan tanah terhadap pergeseran

$\Sigma P_h$  = Jumlah gaya gaya horizontal

### Langkah 9 : Menentukan Stabilitas Daya dukung dinding penahan tanah

Dalam hal ini akan digunakan persamaan Terzaghi, dengan menganggap pondasi memanjang dipermukaan tanah lapisan 3 sebagai berikut :

$$\gamma_3 = 18,54 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi_3 = 19,32^\circ$$

$$C_3 = 20,3 \text{ kN/m}^2$$

Untuk mencari kapasitas dukung ultimit dinding penahan tanah, maka digunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_u = C_3 \cdot N_c + D_f \cdot \gamma_3 \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma_3 \cdot B \cdot N_y$$

Dari tabel Terzaghi dibawah ini, maka kita bisa mendapatkan nilai  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_y$ .

**Tabel 4.4.** Faktor Daya Dukung Tanah Menurut Terzaghi

$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5.14	1.00	0.00	26	22.25	11.85	12.54
1	5.38	1.09	0.07	27	23.94	13.20	14.47
2	5.63	1.20	0.15	28	25.80	14.72	16.72
3	5.90	1.31	0.24	29	27.86	16.44	19.34
4	6.19	1.43	0.34	30	30.14	18.40	22.40
5	6.49	1.57	0.45	31	32.67	20.63	25.99
6	6.81	1.72	0.57	32	35.49	23.18	30.22
7	7.16	1.88	0.71	33	38.64	26.09	35.19
8	7.53	2.06	0.86	34	42.16	29.44	41.06
9	7.92	2.25	1.03	35	46.12	33.30	48.03
10	8.35	2.47	1.22	36	50.59	37.75	56.31
11	8.80	2.71	1.44	37	55.63	42.92	66.19
12	9.28	2.97	1.69	38	61.35	48.93	78.03
13	9.81	3.26	1.97	39	67.87	55.96	92.25
14	10.37	3.59	2.29	40	75.31	64.20	109.41
15	10.98	3.94	2.65	41	83.86	73.90	130.22
16	11.63	4.34	3.06	42	93.71	85.38	155.55
17	12.34	4.77	3.53	43	105.11	99.02	186.54
18	13.10	5.26	4.07	44	118.37	115.31	224.64
19	13.93	5.80	4.68	45	133.88	134.88	271.76
20	14.83	6.40	5.39	46	152.10	158.51	330.35
21	15.82	7.07	6.20	47	173.64	187.21	403.67
22	16.88	7.82	7.13	48	199.26	222.31	496.01
23	18.05	8.66	8.20	49	229.93	265.51	613.16
24	19.32	9.60	9.44	50	266.89	319.07	762.89
25	20.72	10.65	10.88				

$$Q_u = 20,3 \times 13,93 + 1,5 \times 18,54 \times 5,80 + \frac{1}{2} \times 18,54 \times 23 \times 4,68$$

$$Q_u = 1441,89 \text{ kN/m}^2$$

Dimana :

C3 = kohesi lapisan tanah asli

Df = Kedalaman pondasi DPT

B = Panjang Pondasi

e = eksintrisitas = 0,83

$$Q_{all} = (1/SF) \times Q_u$$

$$Q_{all} = (1/3) \times 1441,89 = 480,63 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{max} = \frac{\Sigma Ph}{B} \times 1 + \frac{6e}{B}$$

$$Q_{max} = \frac{16,88}{23} \times 1 + \frac{6,0,83}{23} = 0,95 \text{ kN/m}^2 \text{ Oke.}$$

Jika  $Q_{max} < Q_{all}$ , maka dengan demikian tanah mampu menahan DPT tersebut.

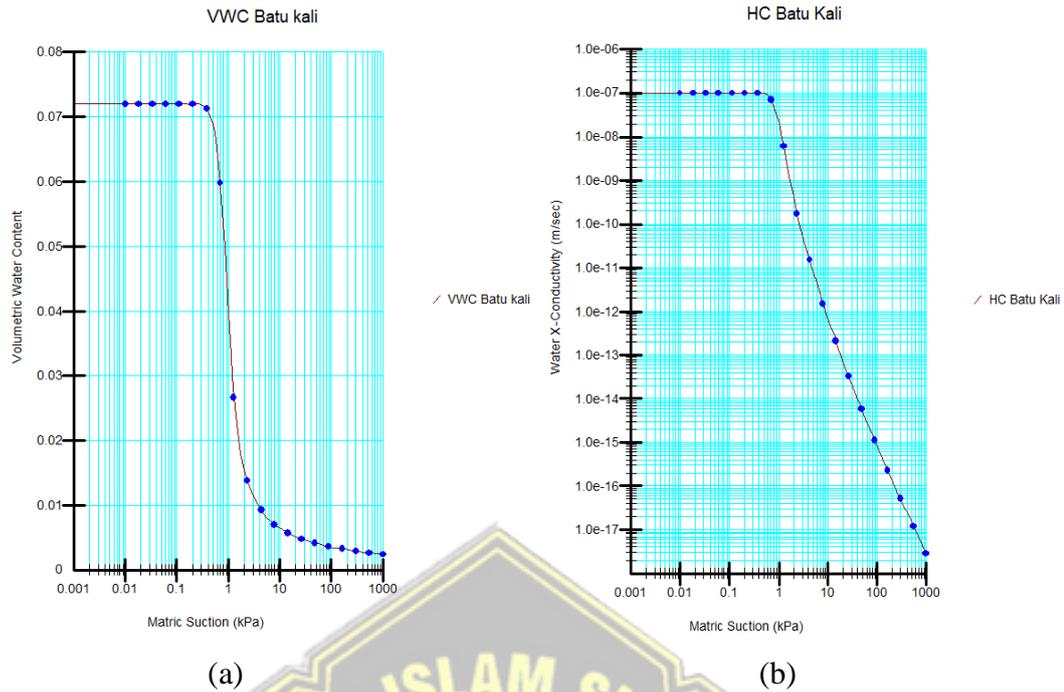
**4.4 Analisis Kestabilan Lereng Dengan Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kali (*Existing*) Dalam Kondisi Normal (*Initial*) Dan Kondisi Hujan Dengan Perangkat Lunak *Seep/W* dan *Slope/W*.**

Setelah dilakukan analisa stabilitas geser/sliding, stabilitas guling/overturning, serta stabilitas daya dukung dinding penahan tanah. Maka langkah selanjutnya adalah membuat model dinding penahan tanah existing tersebut kedalam perangkat lunak Geostudio *Seep/W* dan *Slope/W*. Langkah tersebut adalah Sebagai penanganan stabilitas lereng, yang dimana nilai *Safety factor* kondisi lereng tanpa dinding penahan tanah dan dalam kondisi hujan 6 jam adalah 1,212, yang berarti lereng tersebut termasuk lereng kritis atau pernah terjadi longsor, bahkan bisa jadi rawan longsor. Berikut ini data properties pasangan batu kali untuk diinput kedalam perangkat lunak geostudio *Seep/W* dan *Slope/W*.

**Tabel 4.5.** Data Properties Pasangan Batu Kali

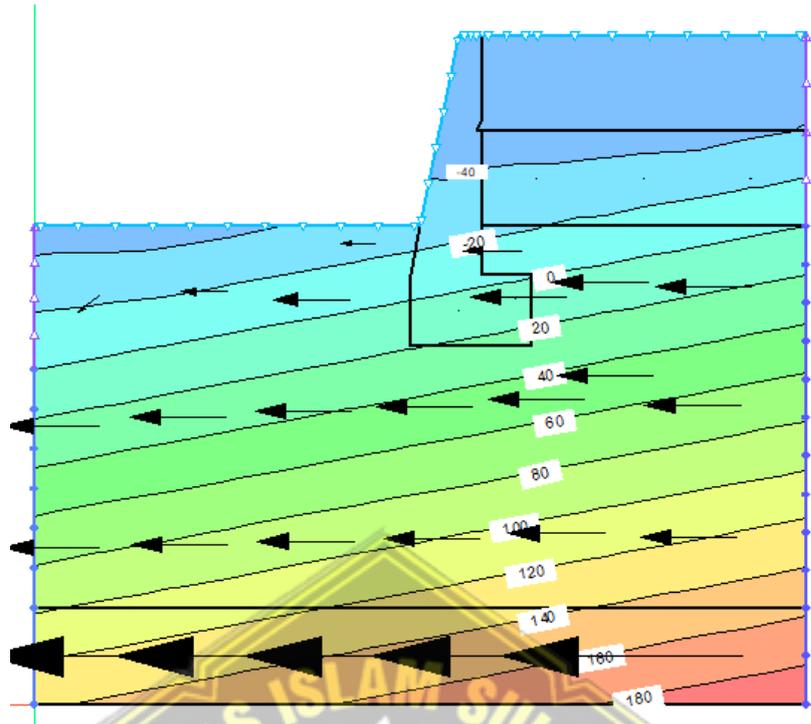
Material	Water Content (Kadar air) (%)	Compressibility (kPa)	Saturated K <sub>x</sub> (m/sec)	Specific Gravity (Berat Jenis) $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	C (kPa)	$\phi$ (°)
Pas. Batu kali	0,072	3E-06	1E-07	24	10	45

Dari tabel diatas, kemudian di input kedalam program geostudio, maka didapatkan grafik hubungan antara *Volumetric Water Content* terhadap nilai *Matric Suction*. Serta *Hydraulic Conductivity* terhadap nilai *Matric Suction* untuk pasangan batu kali. Berikut ini hasil dari input data tersebut pada Gambar 4.16

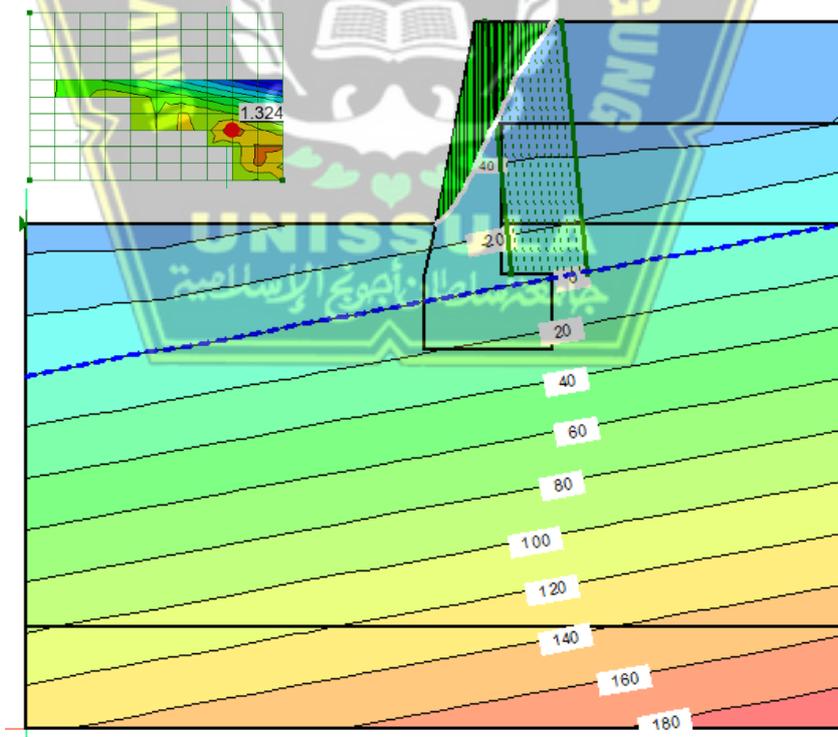


**Gambar 4.16.** Grafik *Volumetric Water Content* terhadap nilai *Matric Suction* (a), Grafik *Hydraulic Conductivity* terhadap nilai *Matric Suction* (b) untuk pasangan batu kali

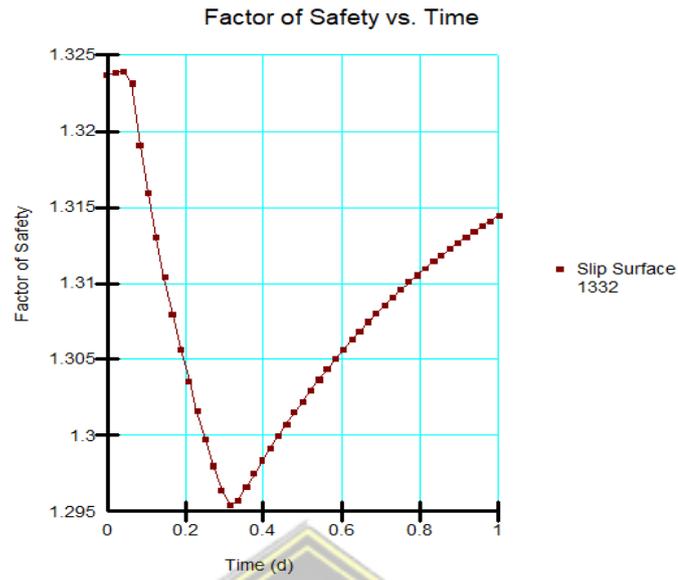
Dari data - data diatas, lalu dianalisis dengan kondisi curah hujan 6 jam dengan menggunakan perangkat lunak berbasis *Finite Element Methode (FEM)* yaitu *Geostudi Seep/W* dengan tujuan mengetahui pola distribusi tekanan air pori di lereng setelah adanya dinding penahan tanah pasangan batu kali. Selanjutnya dianalisis faktor keamanan (*Safety Factor*) lereng dengan menggunakan perangkat lunak *Geostudio Slope/W*. Hasil analisis adalah sebagai berikut :



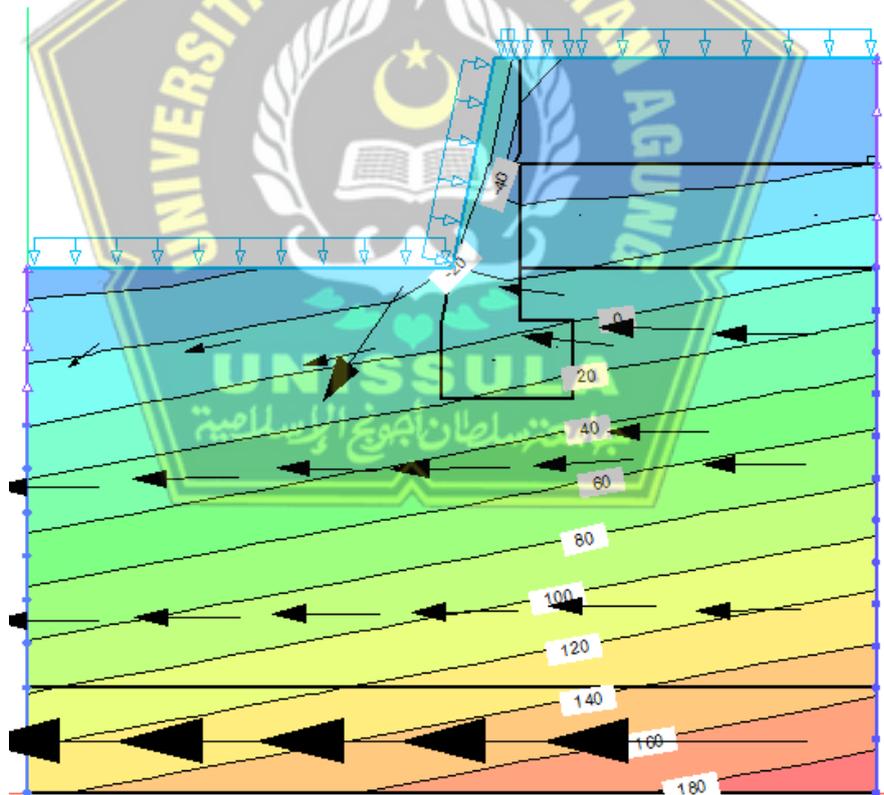
**Gambar 4.17.** Lereng Dan Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kali  
Sebelum Hujan, Pola Distribusi Tekanan Air Pori



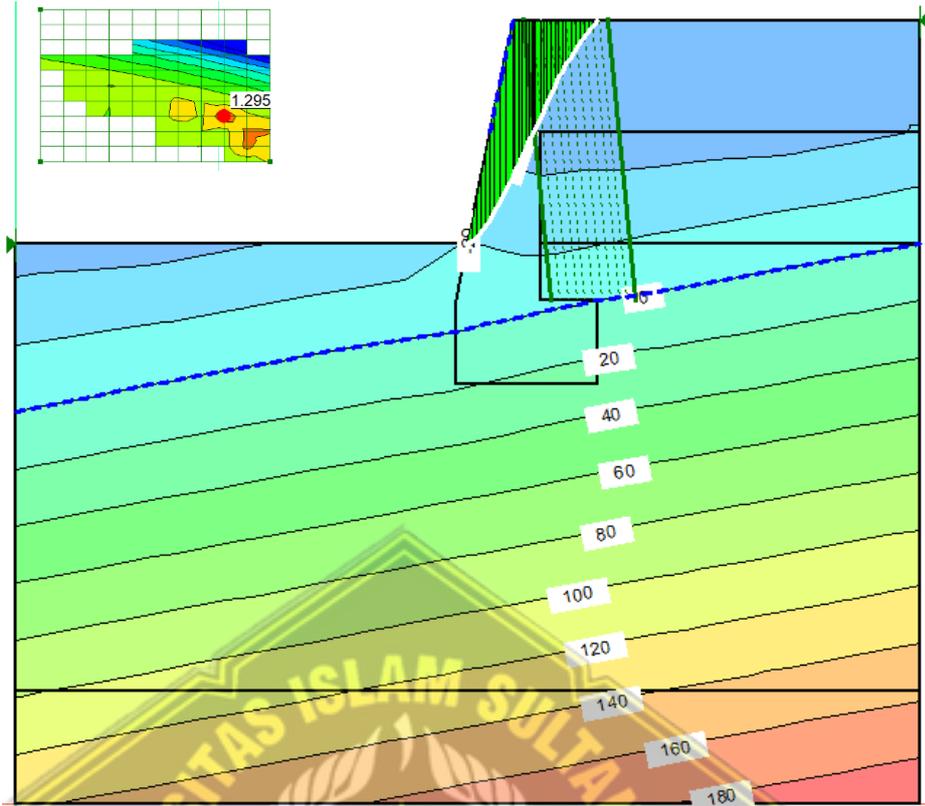
**Gambar 4.18.** Lereng Dan Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kali  
Sebelum Hujan, Bidang Longsor Lereng



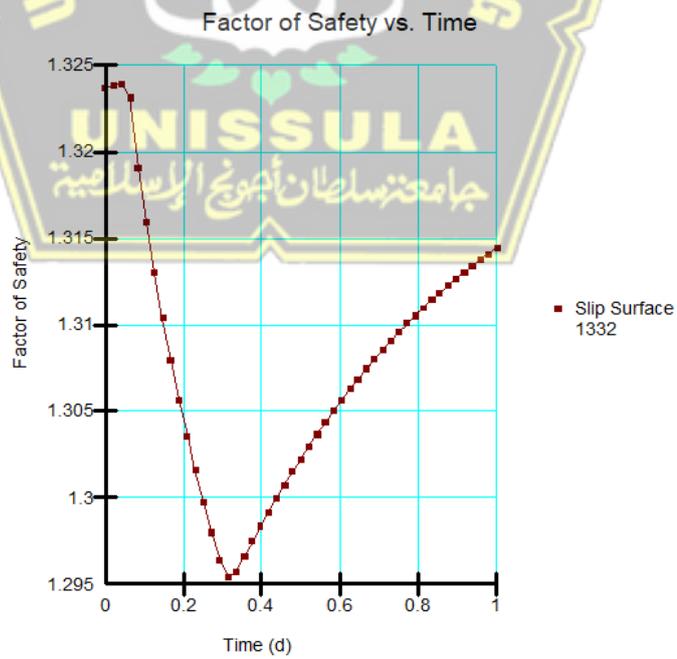
**Gambar 4.19.** Faktor Keamanan Lereng Dan Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kali Sebelum Hujan, Nilai Faktor Keamanan Lereng 1,324



**Gambar 4.20.** Lereng Dan Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kali Kondisi Hujan 6 Jam, Pola Distribusi Tekanan Air Pori



**Gambar 4.21.** Lereng Dan Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kali Kondisi 6 Jam Hujan, Bidang Longsor Lereng



**Gambar 4.22.** Faktor Keamanan Lereng Dan Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kali Kondisi 6 Jam Hujan, Nilai Faktor Keamanan Lereng 1,295

**Tabel 4.6.** Hasil Analisa Lereng Dan Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kali

	Safety Factor	
	Kondisi Sebelum Hujan	Kondisi Hujan 6 jam
<b>Safety Factor</b>	1,324	1,295
<b>MAT</b>	-4 Meter	-4 meter



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan analisa stabilitas secara numerik dengan metode Transient pada Seep/W dan metode *bishop* pada Slope/W, maka pada lereng sebelum hujan didapatkan nilai *Safety Factor* nya 1,292. Sedangkan pada kondisi 6 jam hujan menyebabkan *Safety factor* lereng turun sebesar 0.6% menjadi sebesar 1,285. Maka dari tabel 2.3 bisa diklasifikasikan bahwa lereng sebelum dan sesudah hujan bernilai  $> 1,25$ , yang berarti Intensitas longsor jarang terjadi terjadi atau lereng stabil.
2. Berdasarkan analisa dengan menggunakan persamaan *Terzaghi*, maka didapatkan nilai faktor aman terhadap penggulingan Dinding Penahan Tanah sebesar 3,60 atau  $\geq 1,5$ , yang berarti dinding penahan tanah tersebut aman terhadap penggulingan. Sedangkan nilai faktor aman terhadap geser sebesar 29,57 atau  $\geq 1,5$ , yang berarti dinding penahan tanah tersebut aman terhadap pergeseran. Untuk Nilai  $Q_{max}$  sebesar 0,95  $kN/m^2$  dan  $Q_{all}$  sebesar 480,63  $kN/m^2$ , Yang artinya daya dukung tanah mampu menahan dinding penahan tanah pasangan batu kali karena  $Q_{max} < Q_{all}$ .
3. Berdasarkan analisa stabilitas lereng secara numerik dengan metode Transient pada Seep/W dan metode *bishop* pada Slope/W didapatkan hasil *Safety factor* sebelum hujan ketika ada Dinding Penahan Tanah mempunyai nilai SF 1,324. Sedangkan kondisi 6 jam hujan nilai SF nya mengalami penurunan kecil 0,029 menjadi 1,295 atau sekitar 2,2 %. Hal ini terjadi karena, air yang masuk ke lereng setelah adanya dinding penahan tanah, air tersebut tidak akan tembus ke dinding penahan tersebut dan langsung dialirkan ke permukaan dinding penahan tanah, sehingga tidak ada air yang naik ke permukaan lereng, dan nilai SF nya meningkat daripada tidak menggunakan dinding penahan tanah.

## 5.2 Saran

Dalam penelitian ini, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

- a. Analisis perkuatan stabilitas lereng baiknya dengan metode lain, seperti soil nailing, geotextile, bronjong dan lainnya.
- b. Percobaan mencari nilai SF di perangkat lunak harus dilakukan lebih dari satu kali, agar lebih mendapatkan nilai yang pasti dan tidak berubah.
- c. Untuk perkuatan stabilitas lereng pasangan batu kali, data properties nya harus sesuai dengan properties batu kali.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abramson, L. W. et al. (2002) *Slope Stability and Stabilization Methods* Second Edition. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc
- Abramson, L.W., et al. (1996). *Slope Stability and Stabilization Methods*. John Willey & Sons. Inc, New York, p.34
- Agustina, Dian Hastari.(2013).“Pengaruh Karakteristik Curah Hujan Terhadap Kestabilan Lereng”. *Jurnal Dimensi Universitas Riau Kepulauan Batam* Vol 2, No 3.
- Arsyad, Sitanala. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Bandung: Penerbit IPB (IPB Press)
- Biarez, J., & Favre, J. (1976). *CorrÈlations de paramÈtres en mÈcanique des sols*. Ecole Centrale des Arts et Manufactures
- BSN. 2008. SNI 4153:2008. Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT. Departemen Pekerjaan Umum
- Budhu, M. (2010) *Soil Mechanics and Foundations*, 3rd Edition. John Wiley & Sons, Incorporated.
- Cruden, D. dan Varnes, D. (1996) “Landslides: Investigation And Mitigation. Chapter 3 - Landslide Types and Processes,” *Transportation Research Board Special Report*.
- Das, B. M. dan Sivakugan, N. (2016) *Introduction To Geotechnical Engineering* Second Edition. Second. United States: Cengage Learning.
- Depkimpraswil PUPR. (2002) tentang Tata cara identifikasi awal daerah longsoran.
- Duncan, J.M., Wright, S.G. (2005). *Soil Strength and Slope Stability*. John Wiley & Sons Inc., N.J. (309 pp.).
- Fredlund, D.G. and Xing, A. (1994). “Equations for the soil–water characteristic curve”. *Can. Geotech. J.* 31, 521–532.
- Google (2021) Google Earth. Tersedia pada: <https://earth.google.com/web/> (Diakses: 17 April 2024).
- Hasrullah. (2009). “Studi Pengaruh Infiltrasi Air Hujan Terhadap Kestabilan Lereng”. *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik – Sistem*, vol 5 No. 2. Hal : 1-13.

- Hardiyatmo, H. C. (2002) Mekanika Tanah I Jilid III. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2003) Mekanika Tanah II. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2014). Analisis dan Perancangan Fondasi I. In H. C. Hardiyatmo, Analisis dan Perancangan Fondasi I (p. 342). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Harijan. (2022) Kelongsoran Lereng Di Dusun Kondoruba (Km. 25+575 – 26+100) Preservasi Jalan Kalukku – Salubatu – Mambi - Malabo, Sulawesi Barat, Menggunakan Perangkat Lunak. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Hariyanto, R. Dewo Hiraliya Maesa, (2023). “Kajian Stabilitas Lereng Pada Lereng Kabupaten Lahat” Palembang. Universitas Sriwijaya
- Himawan, Eric, dkk. (2017). “Penanganan Longsoran Benda Dengan Secant pile”. Jurnal Karya Teknik Sipil. Volume 6. Nomor 3. Tahun 2017. Hal : 103- 113
- Karnawati, D. 2006. Wilayah yang Tak Pernah Luput Bencana oleh Madina Nusrat. Diambil dari : <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0601/14/Fokus/2360408.htm>
- Look, Burt G., 2007, Handbook of Geotechnical Investigation And Design Tables, Taylor & Francis, London
- Lubis, N. S. (2018) Studi Kasus Kelongsoran Pada Ruas Jalan SP Air Dingin- Pagaralam KM 254+100 Menggunakan Program Plaxis. Universitas Muhammadiyah Palembang
- Luriyanto, Apri, dkk. (2014). Analisis Stabilitas Lereng Dan Alternatif Penanganannya : Studi Kasus Longsoran Pada Ruas Jalan Pringsurat Km. 79 Mgl. 22+631 – 22+655 Kabupaten Temanggung. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Diponegoro.
- M, Y. dan Cheng, C. K. L. (2014) Slope Stability Analysis and Stabilization : New Methods and Insight, Taylor & Francis Group, 2014.
- Mochtar, NE. (2021). Stone Column. Modul Ajar. Program Studi Magister Teknik Sipil. Institute Teknologi Sepuluh Nopember.

- Murthy, V. N. . (2002) *Geotechnical Engineering: Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Pangemanan, V. dan Sompie, O. (2014) “Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland),” *Jurnal Sipil Statik*.
- Pratikso (2015), “Pondasi Dangkal”, Semarang : research universitas islam sultan agung
- Priyo, Mandiyo, 2012, *Manajemen Konstruksi*, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta
- Sianipar, A. H. V. . (2013) *Alternatif Perkuatan Lereng Pada Ruas Jalan Medan – Berastagi, Desa Sugo KM 25+200*. Universitas Sumatera Utara.

