

SKRIPSI

**“Analisa Stabilitas Lereng Tanah Jenuh Galian Kalumata Menggunakan
Metode *Limit Equilibrium*”**

OLEH

Devansah Abd. Malik

0723 1811 027



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KHAIRUN
TERNATE
2024**

SKRIPSI

Analisa Stabilitas Lereng Tanah Jenuh Galian Kalumata Menggunakan Metode *Limit Equilibrium*

Disusun Oleh

DEVANSAH ABD. MALIK

0723 1811 027

Telah Dipertahankan Didepan Penguji
Pada Tanggal 24 Juli 2024

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Muhammad Darwis., S.T., M.T.
NIP:197412272005011001

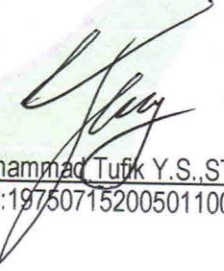

Zulkarnain K. Misbah, S.T., M.T.
NIP:197803052008011013

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Khairun

Koodinator Program Studi Teknik Sipil
Universitas Khairun


Ir. Endah Harsun., S.T., M.T., CRP.
NIP:197511302005011013


Muhammad Tufik Y.S., ST.MT
NIP:197507152005011002



SKRIPSI

Analisa Stabilitas Lereng Tanah Jenuh Galian Kalumata Menggunakan Metode *Limit Equilibrium*

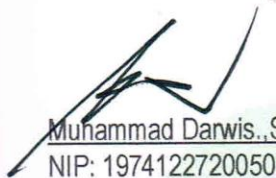
Disusun Oleh

DEVANSAH ABD. MALIK

0723 1811 027

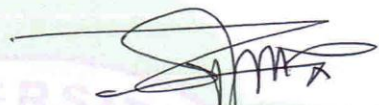
Telah Dipertahankan Didepan Penguji
Pada Tanggal 24 Juli 2024

Pembimbing Utama



Muhammad Darwis., S.T., M.T.
NIP: 197412272005011001

Ketua Penguji



Ir. Suyuti Nurdin., S.T., M.T., Ph.D., IPM.
NIP: 196803152005011002

Pembimbing Pendamping



Zulkarnain K. Misbah, S.T., M.T.
NIP: 197803052008011013

Anggota Penguji



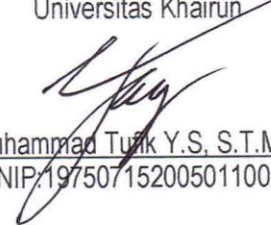
Dr. Ir. Sabaruddin., S.T., M.M.
NIP: 196811132003121002

Anggota penguji



Sary Shandy., S.T., M.T.
NIP: 198709272020122013

Mengetahui
Koordinator Program Studi Teknik Sipil
Universitas Khairun



Muhammad Tufik Y.S., S.T.M.T.
NIP: 197507152005011002

LEMBARAN PERANYATAAN KEASLIAN

Yang Bertanda tangan di bawah ini

NAMA : DEVANSAH ABD. MALIK
NPM : 0723 1811 027
FAKULTAS : Teknik
JURUSAN/PROGRAM STUDY : Teknik Sipil
JUDUL SKRIPSI : **"Analisa Stabilitas Lereng Tanah
Jenuh Galian Kalumata Menggunakan
Metode *Limit Equilibrium*"**

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan skripsi yang telah penulis buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulis skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka penulisan siap untuk bertanggung jawab sekaligus siap menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di universitas khairun. Demikian pernyataan ini penulisan buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis



DEVANSAH ABD. MALIK

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* tiada daya dan upaya kecuali dengan izinnya sehingga penulis diperkenankan menyelesaikan skripsi dengan judul **“Analisa Stabilitas Lereng Tanah Jenuh Galian Kalumata Menggunakan Metode *Limit Equilibrium*”**. Proposal skripsi ini diajukan untuk melengkapi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Khairun Ternate.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya penulisan ini, tidak terlepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak, sehingga penulis patut menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Panutan terbaik dalam hidupku, papa (Abdul Malik) dan ibunda (Ona Kimsan) serta adikku tersayang (Giansah Abd Malik, Siti Naurah Abd Malik) yang senantiasa memberikan motivasi, bantuan bimbingan dan doa restu sehingga tugas akhir dapat diselesaikan..
2. Bapak Dr. M. Ridha Ajam, M. Hum selaku Rektor Universitas Khairun
3. Bapak Endah Harisun, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Khairun.
4. Bapak M. Taufiq Y. Saputra, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Khairun
5. Bapak Muhammad Darwis, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dan juga kepada Bapak Zulkarnain K. Misbah, ST., MT selaku dosen pembimbing II

yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis hingga selesainya Skripsi ini.

6. Bapak dan Ibu dosen serta seluruh staf akademik Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu, arahan bantuan, serta kritikan selama penulis berada di bangku kuliah.
7. Saudara/I ku seperjuangan angkatan ke dua 14 KERTAS,Vivi,Nuriah,Nadila,Iriyani,Ona,Sundari,Anisa,Firdayanti,Sinta,Nana,Nurul,Wiwin,Rismanto,Nasrun,Syahrul,Ardian,Asrul,Izal (Alm).
8. kakak-kaka tercinta 14 KERTAS'SC yang selalu mendidik,mendukung dan menyemangati Serta Adik-Adikku tersayang yanag selalu mendukung dan menyemanagti saya selama penyusunan Proposal Skripsi ini.
9. Senioritas ISMI SC,TAIMS SC,SKMS SC,17 KRITIS SC, dan keluarga besar KodEtik.
10. Terima kasih juga kepada Teman-teman Mahasiswa Fakultas Teknik sipil Angkatan 2018.
11. Seluruh senior Teknik Sipil yang telah memberikan arahan selama penulis berada di bangku kuliah.

Akhir kata semoga Proposal Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak pada umumnya dan mahasiswa pada khususnya.Dan tak lupa pula saya sangat membutuhkan kritik dan sarannya terkait dengan penulisan skripsi ini.

Ternate, Mei 2024

Penulis

Devansah Abd. Malik

ABSTRAK

Devansah Abd. Malik

Npm: 0723 1811 027

“Analisa Stabilitas Lereng Tanah Jenuh Galian Kalumata Menggunakan Metode *Limit Equilibrium*”.

Kata kunci : Stabilitas Lereng, Limit Equilibrium, Geostudio.

Studi ini berfokuskan pada Analisa stabilitas lereng pada galian Kalumata, Ternate selatan Kota Ternate, Provinsi Maluku Utara. Tujuan dari riset merupakan gimana memodelkan sesuatu lereng pada aplikasi Geostudio, setelah itu buat mengenali berapa nilai aspek keamanan dari hasil analisis lereng yang dimodelkan pada Geostudio.

Prosedur yang digunakan merupakan Prosedur Limit Equilibrium dimana prosedur ini ialah tata cara kesetimbangan batasan merupakan salah satu tata cara yang sangat universal digunakan buat menganalisa kasus kestabilan bilik lereng.

Hasil dari studi merupakan kemiringan lereng 70 derajat memperoleh nilai aspek terjamin= 1.329, lereng 60 derajat dengan aspek nyaman= 1.579, lereng 50 derajat dengan aspek nyaman= 1.676, lereng 40 derajat nilai aspek nyaman= 2.176, setelah itu lereng 30 derajat nilai aspek= 3.199. Semakin besar kemiringan suatu lereng dengan sampel tanah vulkanis maka *safety* faktornya aman dan kondisi lereng tersebut dinyatakan aman dari terjadinya longsor (stabil), Dan semakin kecil kemiringan suatu lereng dengan sampel tanah vulkanis maka *safety* faktornya semakin besar dan kondisi lereng tersebut dalam keadaan aman (lebih stabil).

ABSTRAK

Devansah Abd. Malik

Npm: 0723 1811 027

“Analisa Stabilitas Lereng Tanah Jenuh Galian Kalumata Menggunakan Metode *Limit Equilibrium*”.

Kata kunci : Stabilitas Lereng, Limit Equilibrium, Geostudio

This research focuses on slope stability analysis in Kalumata excavations, Ternate, south of Ternate City, North Maluku Province. The aim of the research is how to model slopes in the Geostudio application, then to identify the value of safety aspects from the results of slope analysis modeled in Geostudio.

The procedure used is the Limit Equilibrium Procedure where this procedure is a limit balance procedure which is one of the universal procedures used to analyze slope stability cases. Morgenstern and Price (1965) proposed an equation that can handle interlayer shear forces in GLE and satisfy the balance between moments and forces.

The results of the research are that a 70 degree slope has a guaranteed aspect value = 1.329, a 60 degree slope with a comfortable aspect = 1.579, a 50 degree slope with a comfortable aspect = 1.676, a 40 degree slope with a comfortable aspect value = 2.176, after that the slope is 30 degrees with an aspect value = 3,199. The greater the slope of a slope with volcanic soil samples, the safety factor is safe and the condition of the slope is declared safe from landslides (stable), and the smaller the slope of a slope with volcanic soil samples, the greater the safety factor. and safe slope conditions (more stable).

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBARAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	ixii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Masalah	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Karakteristik Tanah Dasar.....	5
2.1.1. Sifat-sifat fraksi tanah yang sangat halus	6
2.1.2. Sifat-sifat fraksi tanah berbutir kasar	8
2.2. Pengertian Lereng	9
2.2.1. Teori Kelongsoran Lereng.....	10
2.2.2. Stabilitas Lereng	14
2.2.3. Analisa Dengan Bantuan Program <i>Slope/W</i>	15
2.2.4. Metode <i>Equilibrium</i>	16
2.2.5. Pengoperasian Program <i>Geoslope</i>	18
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Jenis penelitian	26
3.2. Waktu dan lokasi penelitian	26
LOKASI PENELITIAN_(Sumber: Google Earth).....	26
3.3. Teknik analisa data/Teknik pengumpulan data	27

3.4. Tahap penelitian	27
3.5. Diagram alir penelitian skripsi	28
3.6. Bagan Alir Pengoperasian Program <i>Geoslope</i>	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Uraian Umum.....	30
4.2. Pemodelan penelitian	30
4.2.1. Data Geoteknik	30
4.2.2. Pengujian Test Pit DiLapangan.....	31
4.2.3. Pengujian dilaboratorium	31
4.3. Hasil Dari Kondisi Lereng Dengan Berbagai Variasi Sudut	35
4.3.1. Hasil Analisa Stabilitas Lereng Lengan Sudut 30°	35
4.3.2. Hasil Analisa Stabilitas Lereng Dengan Sudut 40°	42
4.3.3. Hasil Analisa Stabilitas Lereng Dengan Sudut 50°	49
4.3.4. Hasil Analisa Stabilitas Lereng Dengan Sudut 60°	55
4.3.5. Hasil Analisa Stabilitas lereng dengan sudut 70°	64
4.3.6. Grafik Hubungan Nilai FS	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	70
5.2. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN	73

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Rentang ukuran partikel British Standard	5
Gambar 2.2 Bagan Plastisitas.....	7
Gambar 2.3 Lereng longsor	10
Gambar 2.4 <i>Rotational slide</i>	12
Gambar 2.5 <i>Translation slide</i>	12
Gambar 2.6 <i>Surface slide</i>	13
Gambar 2.7 <i>Deep slide</i>	13
Gambar 2.8 Bidang Longsor <i>Circular</i>	17
Gambar 2.9 Bidang Longsor <i>Non-Circular</i>	17
Gambar 2.10 Tampilan <i>Geostudio</i> 2018	18
Gambar 2.11 Jendela pengaturan kertas kerja	20
Gambar 2.12 Jendela Pengaturan Skala Gambar	20
Gambar 2.13 Jendela pengaturan jarak <i>Grid</i>	20
Gambar 2.14 Jendela Pengatur Axes	20
Gambar 2.15 Jendela pengaturan titik koordinat	21
Gambar 2.16 Jendela Penggambaran geometrik lereng	22
Gambar 2.17 Jendela Penentuan Metode Analisis	23
Gambar 2.18 Jendela Penentuan Bidang Longsor	23
Gambar 2.19 Jendela Input data tanah	24
Gambar 2.20 Jendela Penentuan Lapisan Tanah	25
Gambar 2.21 Jendela Penggambaran Bidang Longsor	26
Gambar 2.22 Jendela Hasil Running Program	26
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	27
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian skripsi	29
Gambar 3.3 Bagan Alir Pengoperasian Program Geoslop	30
Gambar 4.1 Jendela pengaturan kertas kerja	37
Gambar 4.2 Jendela pengaturan skala gambar	38
Gambar 4.3 Jendela pengaturan grid spacing	38

Gambar 4.4 Jendela pengaturan sketch axes	38
Gambar 4.5 Jendela pengaturan pemodelan lereng	39
Gambar 4.6 Jendela pengaturan titik koordinat	39
Gambar 4.7 Jendela pengaturan draw region	40
Gambar 4.8 Jendela pengaturan define material	40
Gambar 4.9 Jendela pengaturan draw materials.....	41
Gambar 4.10 Jendela pengaturan slip surface entry and exit.....	42
Gambar 4.11 Hasil running geoslope/W	42
Gambar 4.12 Jendela pengaturan kertas kerja	43
Gambar 4.13 Jendela pengaturan skala gambar	44
Gambar 4.14 Jendela pengaturan grid spacing.....	44
Gambar 4.15 Jendela pengaturan sketch axes	45
Gambar 4.16 Jendela pengaturan pemodelan lereng	45
Gambar 4.17 Jendela pengaturan titik koordinat.....	46
Gambar 4.18 Jendela pengaturan draw region	46
Gambar 4.19 Jendela pengaturan define material	47
Gambar 4.20 Jendela pengaturan draw materials.....	48
Gambar 4.21 Jendela pengaturan slip surface entry and exit.....	48
Gambar 4.22 Hasil running geoslope/W	49
Gambar 4.23 Jendela pengaturan kertas kerja	50
Gambar 4.24 Jendela pengaturan skala gambar	51
Gambar 4.25 Jendela pengaturan grid spacing.....	51
Gambar 4.26 Jendela pengaturan sketch axes	52
Gambar 4.27 Jendela pengaturan pemodelan lereng	52
Gambar 4.28 Jendela pengaturan titik koordinat.....	53
Gambar 4.29 Jendela pengaturan draw region	53
Gambar 4.30 Jendela pengaturan draw materials.....	54
Gambar 4.31 Jendela pengaturan draw materials.....	55
Gambar 4.32 Jendela pengaturan slip surface entry and exit	56
Gambar 4.33 Hasil running geoslope/W	57
Gambar 4.34 Jendela pengaturan kertas kerja	58

Gambar 4.35 Jendela pengaturan skala gambar	58
Gambar 4.36 Jendela pengaturan grid spacing.....	58
Gambar 4.37 Jendela pengaturan sketch axes	59
Gambar 4.38 Jendela pengaturan pemodelan lereng	59
Gambar 4.39 Jendela pengaturan titik koordinat	60
Gambar 4.40 Jendela pengaturan draw region	61
Gambar 4.41 Jendela pengaturan define material	61
Gambar 4.42 Jendela pengaturan draw materials.....	62
Gambar 4.43 Jendela pengaturan slip surface entry and exit.....	63
Gambar 4.44 Hasil running geoslope/W	63
Gambar 4.45 Jendela pengaturan kertas kerja.....	64
Gambar 4.46 Jendela pengaturan skala gambar.....	65
Gambar 4.47 Jendela pengaturan grid spacing.....	65
Gambar 4.48 Jendela pengaturan sketch axes	66
Gambar 4.49 Jendela pengaturan titik koordinat	66
Gambar 4.50 Jendela pengaturan sketch line	66
Gambar 4.51 Jendela pengaturan draw region	67
Gambar 4.52 Jendela pengaturan define material	68
Gambar 4.53 Jendela pengaturan draw materials.....	68
Gambar 4.54 Jendela pengaturan slip surface entry and exit.....	69
Gambar 4.55 Jendela hasil running	70

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 sudut kemiringan lereng.....	30
Tabel 4.2 Data tanah hasil pengujian di laboratorium.....	30
Tabel 4.3 Parameter Elastisitas Tanah	35
Tabel 4.4 Nilai Sudut Geser Dalam (φ)	36
Tabel 4.5 Hasil Analisa Stabilitas Lereng dengan berbagai variasi Sudut	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Perhitungan Geser Langsung	73
Lampiran 2. Data Perhitungan Berat Volume	74
Lampiran 3. Data Perhitungan Kadar Air	75
Lampiran 4. Data Perhitungan Analisa Saringan.....	76
Lampiran 5. Dokumentasi pengujian Geser Langsung	77
Lampiran 6. Dokumentasi Pengujian Berat Isi.....	78
Lampiran 7. Pengambilan Sampel Tanah	79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Ternate ialah wilayah otonomi bagian dari Provinsi Maluku Utara, Salah satu sumberdaya alam yang dipunyai guna dikelola yakni sumber energi tambang. Kawasan pertambangan yang ada di Kota Ternate rata- rata ialah usaha aktivitas tambang bahan galian batuan, yang ada di nyaris segala daerah Kota Ternate. Aktivitas pertambangan bahan galian batuan di Kota Ternate mempunyai prospek buat dibesarkan. Pada masa otonomisasi wilayah, pembangunan fasilitas prasarana semacam sarana perkantoran serta sarana universal yang lain. Mengingat kecilnya kemampuan bahan galian batuan di Kota Ternate, dan dengan pertimbangan keselamatan area, eksploitasi terhadap aktivitas pertambangan tersebut butuh diawasi serta penindakan terhadap area yang mungkin hendak hadapi kehancuran selaku akibat dari aktivitas tersebut. Kehancuran sumber energi alam terus hadapi kenaikan, baik dalam jumlah ataupun sebaran wilayahnya.

Kehancuran area sebab penambangan pasir pula terjalin di Kelurahan Kalumata. Lahan pertanian berganti jadi pertambangan bahan galian batuan tanpa mencermati konservasi lahan. Aktivitas penambangan pula hendak berakibat terhadap kehancuran area apabila tidak dicoba upaya pengelolaan area yang berkepanjangan. Salah satunya merupakan area wujud ialah ketidakstabilan lereng. Observasi lapangan kehancuran wujud sangat nyata terjalin antara lain sangat signifikan merupakan tingginya tebing galian serta curamnya bilik galian yang pengaruhi laju erosi serta berpotensi menyebabkan longsor, jarak lubang galian dengan lahan warga

disekitar posisi penambangan yang lumayan dekat serta material sisa bahan galian yang ditempatkan di posisi penambangan sehingga permukaan lahan penambangan jadi tidak tertib.

Banyak tata cara yang bisa digunakan buat menganalisis stabilitas timbunan (lereng), serta tata cara yang sangat universal dari analisis stabilitas lereng didasarkan atas batasan penyeimbang. Pada analisis tipe ini aspek nyaman menimpa stabilitas lereng diestimasikan dengan menguji keadaan penyeimbang pada dikala terhitung keruntuhan pas mulai terjalin selama sesuatu bidang runtuh yang seluruh diresmikan, serta setelah itu memperbandingkan antara kekuatan yang dibutuhkan buat mempertahankan penyeimbang terhadap kekuatan dari tanah.

Perhitungan buat menganalisis stabilitas lereng serta deformasi tanah secara bertahap dengan perhitungan manual bisa menyita waktu. Dikala ini banyak timbul bermacam tipe aplikasi aplikasi buat perhitungan mekanika tanah, hingga lebih gampang untuk penulis buat menganalisis bermacam berbagai keadaan tanah dengan kilat. Program yang digunakan merupakan GeoStudio.

Bersumber pada uraian di atas, diharapkan terdapatnya perencanaan model perkuatan lereng tanah di lapangan dengan begitu studi ini bermaksud buat **“Analisa Stabilitas Lereng Tanah Jenuh Galian Kalumata Menggunakan Metode *Limit Equilibrium*”**.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan latar belakang di atas hingga didapat rumusan permasalahan:

1. Bagaimana teknik permodelan lereng pada GeoSlope?
2. Berapa nilai sebab keamanan (FS) lereng galian dengan memakai GeoSlope/ W?

1.3 Tujuan Penelitian

Ada pula tujuan studi ini merupakan:

1. Untuk mengetahui kemiringan sesuatu lereng dalam permodelan pada Geoslope/ W.
2. Untuk mengetahui berapa nilai sebab keamanan (FS) lereng galian dengan memakai Geoslope/ W.

1.4 Batasan Masalah

Kasus dalam studi ini dibatasi permasalahan ialah:

1. Studi dicoba pada lereng galian material Kelurahan Kalumata, Ternate Selatan, Kota Ternate.
2. Studi buat menganalisa sebab terjamin lereng galian dengan wujud terasering dengan Aplikasi Geostudio.
3. Kelongsoran lereng dikira terjalin pada permukaan bidang tertentu dengan model 2 dimensi.
4. Perhitungan dicoba dengan memakai aplikasi pc
5. Tidak meninjau dari segi bayaran serta waktu.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar balik, rumusan permasalahan, tujuan, khasiat serta sistematika penyusunan

BAB II Tinjauan Pustaka serta Landasan Teori

Bab ini berisi tinjauan pustaka (Studi Terdahulu) serta teori dan, konsep bawah dalam studi.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini berisi tempat studi, perlengkapan serta bahan, sesi– sesi studi.

BAB IV Hasil serta Pembahasan

Bab ini berisi hasil studi, perhitungan serta desain perencanaan dari hasil studi.

BAB V Kesimpulan serta Saran

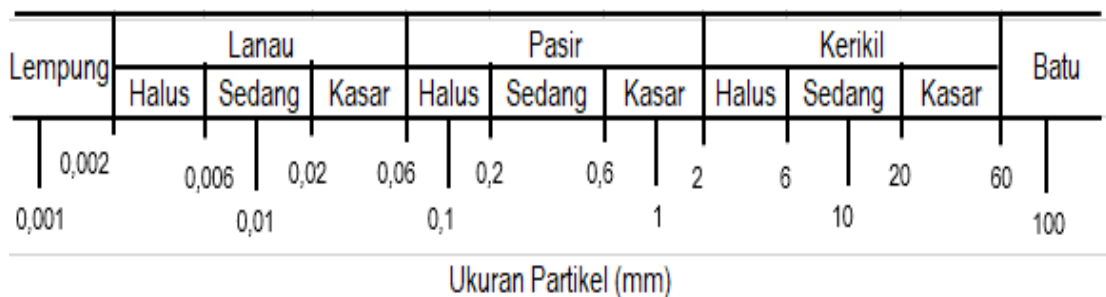
Bab ini berisi tentang kesimpulan serta anjuran dari studi yang sudah dilakukan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Tanah Dasar

Dimensi partikel tanah sangat bermacam- macam, ialah antara lebih dari 100 mm hingga kurang dari 0, 001 mm. pada gambar 2. 1 merupakan rentang dimensi partikel tanah bersumber pada British Standard. Dalam gambar tersebut, sebutan lempung (*clay*), lanau (*silt*) serta lain- lain cuma dipakai buat mendeskripsikan dimensi partikel pada batas- batas tertentu. Namun sebutan yang sama pula dipakai buat mendeskripsikan tipe tanah bernilai yang lain. Selaku contoh: lempung merupakan salah satu tanah yang mempunyai kohesi serta plastisitas dan dimensi partikelnya tercantum dalam rentang dimensi 'lempung- lanau', amati gambar dibawah ini. Bila proporsi lanau lumayan besar, tanah tersebut diucap lempung kelanauan (*silt clay*).



Gambar 2.1 Rentang ukuran partikel *British Standard*

(Sumber: R.F.Craig, 1991)

Pada biasanya, tipe tanah terdiri dari kombinasi bermacam rentang dimensi, serta umumnya lebih dari 2 rentang dimensi. Tetapi partikel yang berdimensi lempung tidak selalu ialah mineral lempung, bubuk batu yang sangat halus bisa jadi berdimensi partikel lempung. Bila mineral lempung ada pada sesuatu tanah, umumnya hendak bisa

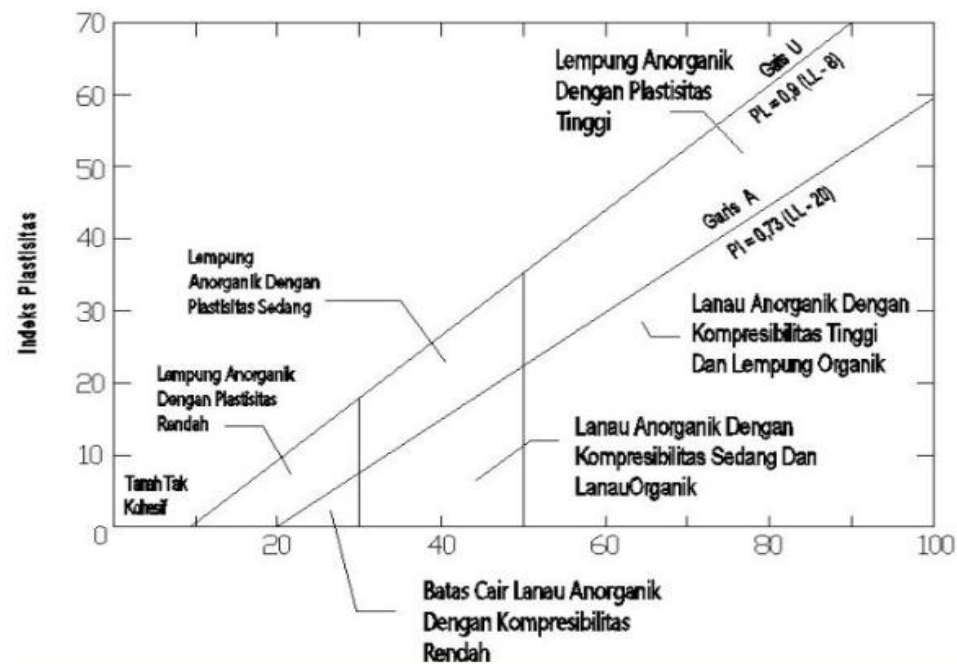
mempengaruhi sifat tanah, walaupun presentasinya tidak sangat besar. Secara universal, tanah diucap kohesif apabila partikel- partikelnya yang sama- sama menempel sehabis dibasahi, setelah itu dikeringkan hingga dibutuhkan gaya yang lumayan besar buat meremas tanah tersebut, ini tidak tercantum tanah yang partikel- partikelnya bersama menempel pada saat dibasahi akibat tegangan permukaan.

Tanah yang partikelnya terdiri dari rentang dimensi kerikil serta pasir diucap tanah berbutir kasar (*coarse grained*). Kebalikannya, apabila partikelnya mayoritas berdimensi partikel lempung serta lanau, disebut tanah berbutir halus (*fine grained*).

2.1.1 Sifat-sifat fraksi tanah yang sangat halus

Sifat- sifat fraksi tanah secara agak luas sangat tergantung pada ciri dari mineral. Fraksi yang terus menjadi halus secara berturut- turut membentuk endapan dengan porositas yang terus menjadi besar. Fraksi kasar kuarsa tidak mempunyai kohesi sama sekali, namun terus menjadi menurun dimensi butiran kuarsa berarti hendak terus menjadi meningkat sifat kohesi kuarsa tersebut, walaupun begitu, fraksi terhalus sekalipun tidak menampilkan keplastisan, ialah keahlian hadapi proses “penggulangan” dalam sesuatu batasan- batasan kandungan air tertentu.

Berbeda dengan fraksi lempung yang mempunyai kedua sifat baik itu kohesi ataupun plastis. Sifat plastis dari sesuatu tanah diakibatkan oleh air yang terserap disekeliling permukaan partikel lempung (*adsorbed water*) hingga bisa diharapkan kalau jenis serta jumlah mineral lempung yang dikandung dalam sesuatu tanah hendak pengaruhi batasan cair tanah yang bersangkutan. Gambar 2. 2 dibawah ini menampilkan nilai indeks plastisitas dari lempung serta lanau.



Gambar 2.2 Bagan Plastisitas

(Sumber: Braja M.Das, 1991)

Dalam gambar 2. 2 tampak kalau terdapat sesuatu garis diatas garis A yang dinamakan garis U. Garis U ini ialah batasan atas ditaksir dari ikatan antara indeks plastisitas serta batasan cair buat seluruh tanah yang sudah ditemui sepanjang ini. Persamaan garis U bisa dituliskan sebagai berikut:

$$PI = 0,9 (LL - 8)$$

Penerapan yang lain dari garis A serta garis U merupakan buat memastikan batas susut tanah, semacam sudah dianjurkan oleh *Casagrande* kalau apabila indeks plastisitas serta batasan cair dari sesuatu tanah dikenal, hingga batas susut dari tanah yang bersangkutan bisa didetetapkan secara kira- kira (Braja M. Das, 1988).

Dalam kasus Teknik sipil, partikel lempung hendak tetap bersentuhan dengan air, interaksi antar partikel lempung, air serta beragam bahan yang yang terlarut dalam air jadi sebab penentu yang utama untuk sifat- sifat tanah yang tersusun dari partikel- partikel tersebut.

Tanah berbutir halus biasanya memiliki sifat- sifat sebagai berikut:

1. Bisa terkonsolidasi dalam jangka waktu yang lama
2. Gampang membesar (swelling) apabila bersentuhan dengan air leluasa akibat bertambahnya kandungan air serta volume tanah
3. Lempung bersifat peka ataupun sensitif terhadap gangguan
4. Dimensi partikel $< 0,75$ mm
5. Memiliki sifat kompresibilitas yang sangat rendah
6. Kekuatan geser rendah
7. Porositas rendah ataupun bersifat kedap air (permeabilitas rendah)
8. Memiliki tekanan lateral yang besar akibat rendahnya kekuatan geser material.

2.1.2 Sifat-sifat fraksi tanah berbutir kasar

Dimensi butiran tanah bergantung pada diameter partikel tanah yang membentuk massa tanah itu. Sebab pengecekan makroskopis massa tanah menampilkan kalau cuma sedikit yang menyamai wujud bola dengan dimensi diameternya, hingga bisa ditarik kesimpulan kalau menimpa tanah agak longgar. Secara visual, fraksi tanah berbutir kasar bisa dikenali secara langsung mengingat ukurannya yang besar.

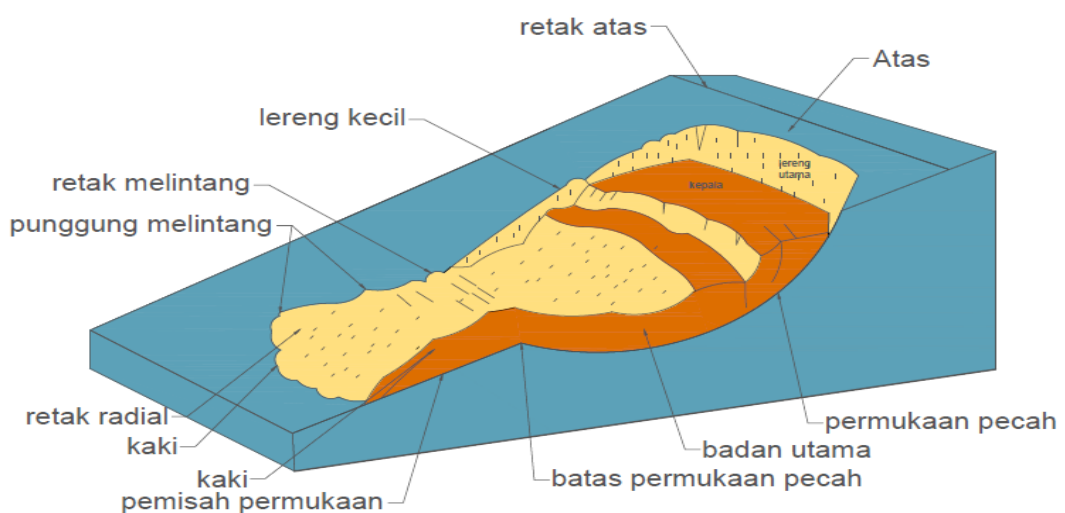
Material tanah berbutir kasar sangat banyak banyak digunakan dalam konstruksi, sebab sifat- sifatnya yang menguntungkan. Berikut ini antara lain sifat- sifat fraksi tanah berbutir agresif, ialah:

- Tidak memiliki sifat kohesi
- Tingkat kompresibilitas yang besar serta nilai elastisitas yang besar, sehingga baik untuk material urugan. Material ini banyak dipakai buat mengubah susunan tanah yang kurang baik pada konstruksi jalan raya.

- Porositas besar sebab banyak memiliki celah ataupun void dalam lapisan strukturnya.
- Mempunyai kuat geser yang besar.
- Dapat terkonsolidasi dalam waktu yang relative segera.
- Partikel berdimensi 0, 075 mm

2.2 Pengertian Lereng

Lereng merupakan permukaan tanah pada kemiring dengan sudut tertentu pada bidang horizontal. Lereng dapat tercipta secara natural maupun di wujud secara terencana ataupun tidak terencana. Permukaan yang tercipta pada sesuatu kemiringan membuat elemen massa tanah pada wilayah bidang gelincir condong bergerak kebawah sebab gaya gravitasi. Apabila komponen gaya yang berat berlaku lumayan besar, sanggup membuat lereng longsor. Perihal ini dapat di tangkal apabila style dorong (*driving force*) tidak melebihi perlawanan gaya dari kokoh geser tanah sepanjang kelongsoran bidangnya.



Gambar 2.3 Lereng Longsor

(Sumber: Highland, L. and Johnson, M, 2004)

Ada beberapa hal yang dapat menyebabkan terjadinya longsor. Menurut Hary Christady Hardiyatmo (2003), longsor pada lereng terjadi karena beberapa faktor berikut:

1. Penambahan beban pada lereng. Tambahan beban pada lereng dapat berupa bangunan baru, tambahan beban oleh air yang masuk ke dalam pori – pori tanah maupun yang menggenang di permukaan tanah dan beban dinamis oleh tumbuhan yang tertiup angin dan lain – lain.
2. Penggalan atau pemotongan tanah pada kaki lereng.
3. Penggalan tanah yang mempertajam kemiringan lereng.
4. Perubahan posisi muka air yang secara cepat (*rapid draw down*) pada bendungan, singai dan lain – lain.
5. Kenaikan tanah lateral oleh air (air yang mengisi retakan akan mendorong tanah ke arah lateral).
6. Gempa bumi
7. Penurunan tahanan geser tanah pembentuk lereng akibat kenaikan kadar air, kenaikan tekanan air pori, tekanan rembesan oleh genangan air dalam tanah, tanah pada lereng mengandung lempung, dan mudah kembang susut dan lain lain.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwan adanya pembebanan, perubahan fisik, pengaruh air dan gempa dapat menyebabkan terjadinya longsor pada lereng.

2.2.1 Teori Kelongsoran Lereng

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. Klasifikasi penyebab terjadinya gerakan tanah berdasarkan materil yang bergerak, jenis gerakan, dan mekanismenya yaitu:

1. Aliran cepat (*Rapid Flowage*)

Gerakan tanah jenis aliran terjadi bila material longsoran bergerak serentak/mendadak dan bergerak dalam kecepatan tinggi, gerakan tanah ini biasanya disebut gerakan tanah banjir bandang.

2. Amblesan (*Subsidence*)

Gerakan tanah jenis ini biasanya terjadi karena pembangunan bawah tanah, penyedotan air tanah yang berlebihan, proses pengikisan dan pelarutan di daerah batu gamping serta daerah yang dilakukan pemadatan tanah. Material dalam kejadian ini dapat bergerak cepat atau lambat, tergantung penyebabnya serta kondisi geologi/topografi.

3. Runtuhan

Gerakan tanah runtuhan terjadi bila material longsoran bergerak cepat atau sangat cepat, sedangkan material dalam tanah ini biasanya berupa batu runtuh dari tebing atau hampir tegak. Runtuhan biasanya terjadi pada penggalian batu, tebing pantai yang curam, atau tebing jalan.

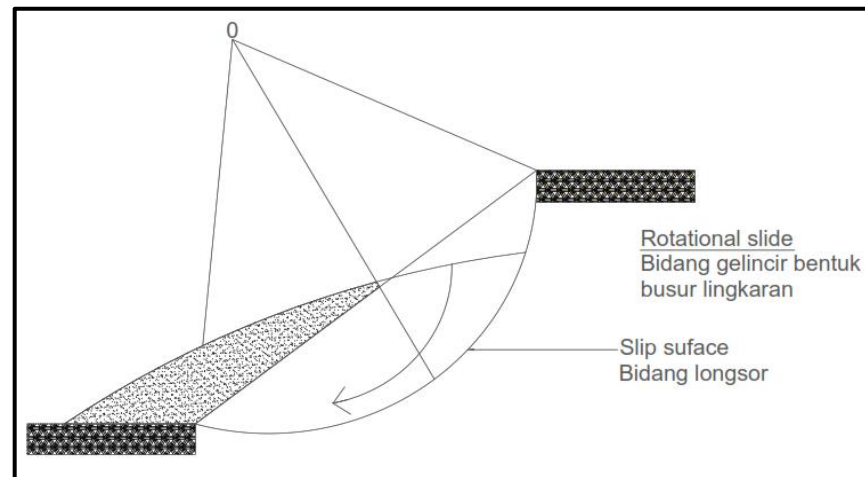
4. Longsoran

Gerakan tanah ini terjadi 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 dapat dibedakan menjadi:

- a. *Rotational slide*, jika bidang longsoran mempunyai bentuk seperti busur derajat, *log spiral*, dan bentuk lengkung yang tidak teratur. Pada umumnya

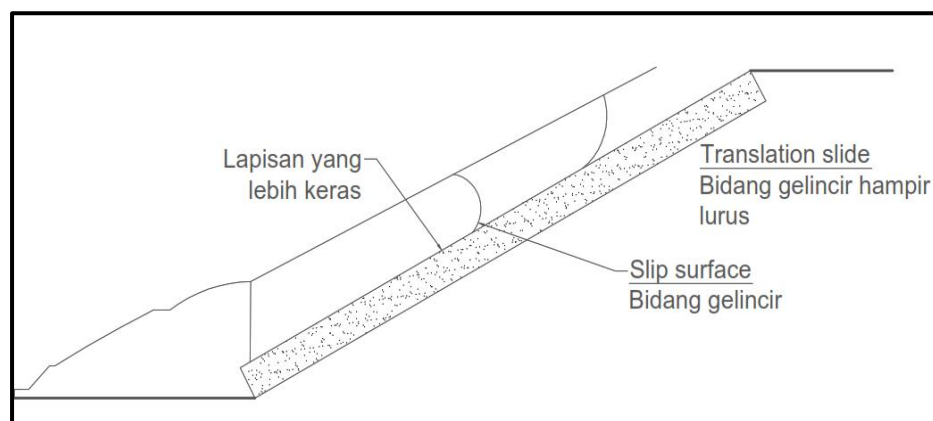
kelongsoran ini berhubungan dengan kondisi tanah yang homogen seperti terlihat pada Gambar 2.4:



Gambar 2.4 *Rotational Slide*

(Sumber: Braja M. Das, 1991)

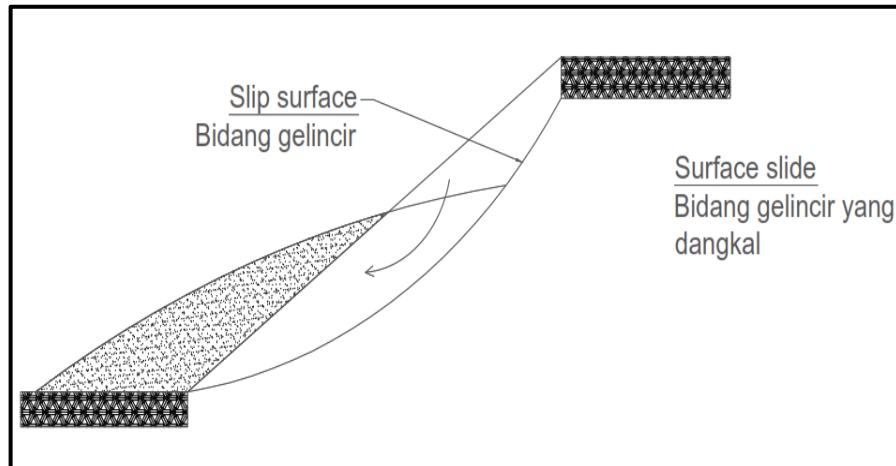
- b. *Translation Slide*, jika bidang longsor cenderung datar atau sedikit bergelombang. Kelongsoran ini terjadi bila bentuk permukaan runtuh dipengaruhi adanya kekuatan geser yang berbeda pada lapisan tanah yang berbatasan seperti terlihat pada Gambar 2.5 dibawah ini:



Gambar 2.5 *Translation Slide*

(Sumber: <https://dwikusumadpu.wordpress.com>)

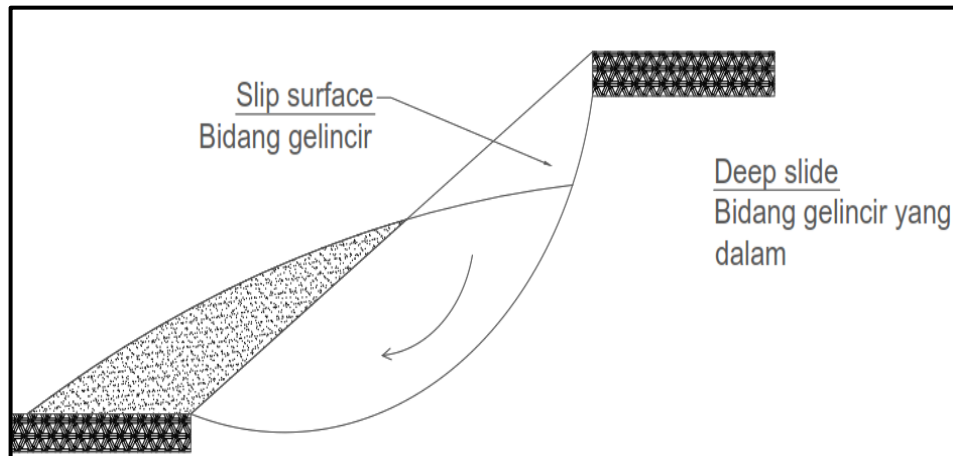
- c. *Surface Slide*, terjadi jika bidang gelincirnya terletak dekat dengan permukaan tanah seperti terlihat pada Gambar 2.6 dibawah ini:



Gambar 2.6 *Surface Slide*

(Sumber: <https://dwikusumadpu.wordpress.com>)

- d. *Deep Slide*, terjadi jika bidang gelincirnya terletak jauh dibawah permukaan tanah seperti terlihat pada Gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2.7 *Deep Slide*

(Sumber: <https://dwikusumadpu.wordpress.com>)

Terzaghi (1950) membagi penyebab-penyebab terjadinya kelongsoran menjadi dua kelompok, yaitu:

- a. Penyebab-penyebab eksternal yang menyebabkan naiknya gaya geser yang bekerja sepanjang bidang runtuh, antara lain:
 - Perubahan geometri lereng.
 - Penggalian pada kaki lereng.
 - Pembebanan pada puncak atau permukaan lereng bagian atas.
 - Gaya vibrasi yang ditimbulkan oleh gempa bumi atau ledakan.
 - Penurunan muka air tanah secara mendadak.
- b. Penyebab-penyebab internal yang menyebabkan turunnya kekuatan geser material antara lain:
 - Pelapukan.
 - Keruntuhan *progressive*.
 - Hilangnya sementasi material.
 - Berubahnya struktur material.

2.2.2 Stabilitas Lereng

Bentuk topografis muka bumi yang bervariasi hanya dimungkinkan karena kuat geser dari tanah atau batuan melampaui tegangan geser oleh beban gravitasi atau beban lainnya yang normal adalah kita mengharapkan lereng-lereng yang paling curam adalah yang paling tidak stabil, tetapi terdapat contoh-contoh keruntuhan yang juga terjadi pada lereng yang landai. Faktor-faktor yang menyebabkan ketidakstabilan dapat secara umum diklasifikasikan sebagai:

- Faktor-faktor yang menyebabkan naiknya tegangan

- Faktor-faktor yang menyebabkan turunnya kekuatan

Faktor-faktor yang menyebabkan naiknya tegangan, meliputi berat unit tanah karena pembasahan, adanya tambahan beban eksternal seperti bangunan, bertambahnya kecuraman lereng karena erosi alami atau karena penggalian, dan gempa bumi (Michael Duncan, J., and Stephen G. Wright. *Soil Strength and Slope Stability*. Willey.)

Kehilangan kekuatan dapat terjadi dengan adanya absorpsi air, kenaikan tekanan pori, beban guncangan atau beban berulang, pengaruh pembekuan dan pencairan, hilangnya sementasi material, proses pelapukan, hilangnya kekuatan karena regangan berlebihan pada lempung *sensitive*. (Michael Duncan, J., and Stephen G. Wright. *Soil Strength and Slope Stability*. Willey.)

Hadirnya air adalah faktor dari kebanyakan keruntuhan lereng, karena hadirnya air menyebabkan naiknya tegangan maupun turunnya kekuatan.

2.2.3 Analisa Dengan Bantuan Program *Slope/W*

Geoslope adalah suatu program yang digunakan *Engineer* untuk membantu dalam menyelesaikan permasalahan lereng. *Geoslope* yang digunakan dalam menganalisa lereng galian Kalumata adalah *SLOPE/W*. Di program *SLOPE/W* ini kita mencari nilai faktor keamanan. Dengan *limit equilibrium*, *SLOPE/W* mampu untuk berbagai tipe tanah *heterogen*, *stratigrafi* kompleks, dan *geometri slip surface*, dan kondisi tekanan air pori variabel dengan model tanah ukuran besar. Analisa dapat ditampilkan dengan menentukan atau probabilitas *input parameters*. Selain itu, menghitung *stress* dengan analisa *finite element stress* mungkin menggunakan perhitungan *limit equilibrium* untuk semua analisa stabilitas lereng yang ada.

2.2.4 Metode *Equilibrium*

Metode *limit equilibrium* atau metode kesetimbangan batas adalah salah satu metode yang paling umum digunakan untuk menganalisa permasalahan kestabilan dinding lereng. Berbagai metode juga telah dikembangkan oleh banyak peneliti untuk menghitung nilai dari faktor keamanan selama bertahun tahun.

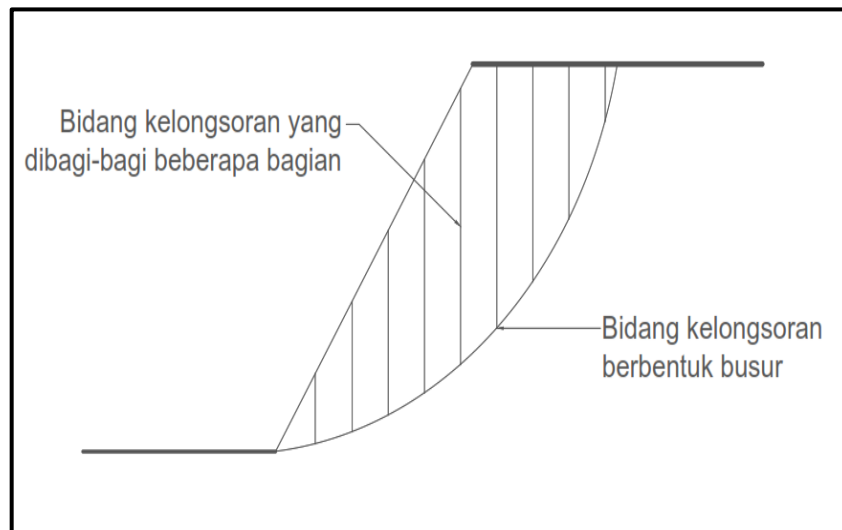
Rumus perhitungan *The General Limit Equilibrium (GLE)* atau metode kesetimbangan batas yang dikembangkan pada tahun 1970 oleh *Fredlund*. Rumus ini mencakup dua persamaan faktor keamanan berdasarkan dari rumus GLE dan memiliki beberapa asumsi mengenai gaya normal pada bidang perlapisan batuan. Perhitungan GLE memberikan nilai Faktor Keamanan berdasarkan dari perhitungan kesetimbangan *momen* (F_m) dan kesetimbangan gaya horizontal (F_f).

Morgenstern and Price (1965) mengusulkan suatu persamaan yang dapat menangani gaya geser antar perlapisan dalam GLE dan hal tersebut memenuhi kesetimbangan antara momen dan gaya. Dalam menghitung besar faktor keamanan lereng dalam analisis lereng tanah melalui metoda sayatan, hanya longsoran yang mempunyai bidang gelincir yang dapat dihitung.

Longsoran dengan bidang gelincir (*slip Surface*), F dapat dihitung dengan metode sayatan (*slice method*) menurut *Fellinius* atau *Bishop*. Untuk suatu lereng dengan penampang yang sama, cara *Fellinius* dapat dibandingkan nilai faktor keamanannya dengan cara *Bishop*.

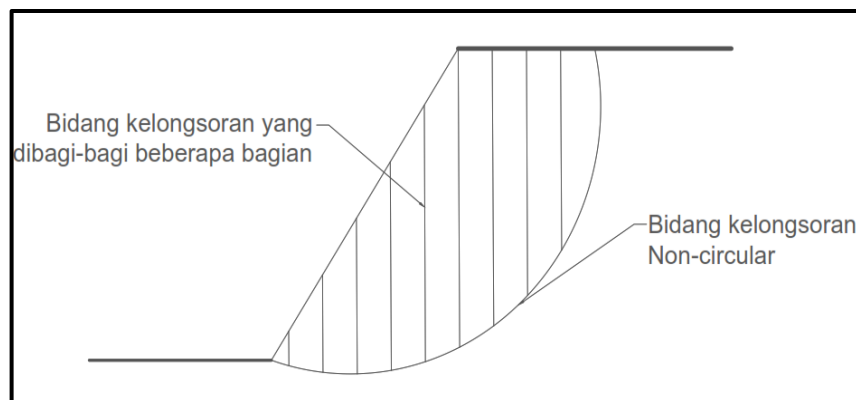
LEM adalah metode yang menggunakan prinsip kesetimbangan gaya. Metode analisis ini pertama-tama mengasumsikan bidang kelongsoran yang dapat terjadi.

Terdapat dua asumsi bidang kelongsoran yaitu: bidang kelongsoran berbentuk *circular* dan bidang kelongsoran yang diasumsikan berbentuk *non-circular* (bisa juga planar).



Gambar 2.8 Bidang Longsor *Circular*

(Sumber: Jurnal *HATTI-PIT-XVI* 2012, 4-5 Dec 2012, Hotel Borobudur, Jakarta)



Gambar 2.9 Bidang Longsor *Non-Circular*

(Sumber: Jurnal *HATTI-PIT-XVI* 2012, 4-5 Dec 2012, Hotel Borobudur, Jakarta)

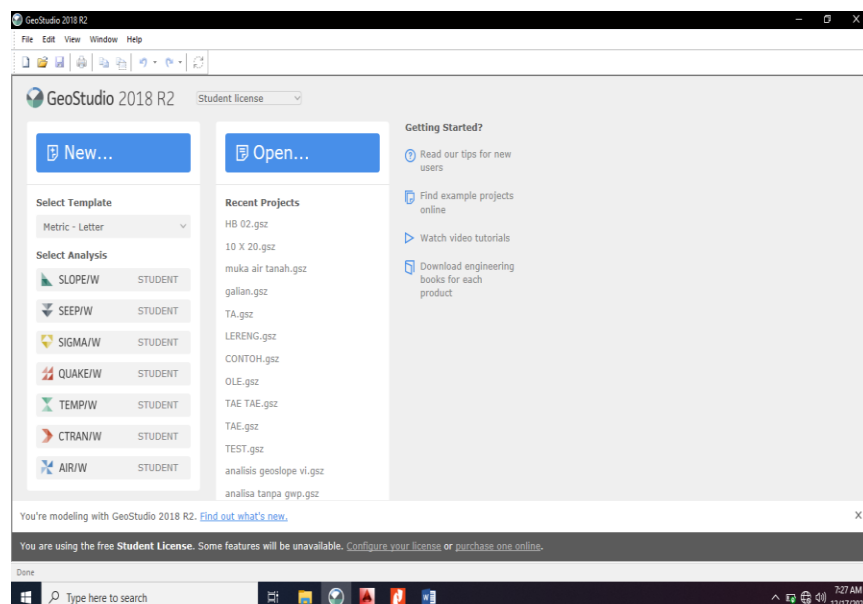
Berbagai solusi yang berbeda untuk metode irisan ini telah dikembangkan selama bertahun-tahun, dimulai dari *Fellenius*, *Taylor*, *Bishop*, *Morgenstern-Price*, *Janbu* hingga *Sarma* dan lainnya. Perbedaan antara cara yang satu dengan yang lain tergantung pada persamaan kesetimbangan batas dan asumsi gaya kekuatan antar irisan (*interslice force*) yang diperhitungkan.

Fellenius merupakan orang pertama yang mempublikasikan metoda irisan ini dan merupakan cara yang paling sederhana. Pada cara *Fellenius* semua gaya antar irisan diabaikan dan hanya memperhitungkan kesetimbangan momen. *Bishop* kemudian mengembangkan cara yang lebih kompleks dengan memasukkan gaya yang bekerja di sekitar bidang irisan, namun tetap melakukan perhitungan dengan kesetimbangan momen.

Bishop juga mengeluarkan cara yang dikenal dengan nama Metode *Bishop* Sederhana (*Simplified Bishop Method*) dimana gaya normal antar irisan diperhitungkan tetapi gaya geser antar irisan diabaikan. *Janbu* mengembangkan metoda yang mirip dengan metoda sederhana *Bishop*. Perbedaannya adalah metoda Janbu diturunkan dari kesetimbangan gaya horisontal.

2.2.5 Pengoperasian Program Geoslope

Cara pengoperasian program *Geoslope* dapat dilihat pada uraian berikut.



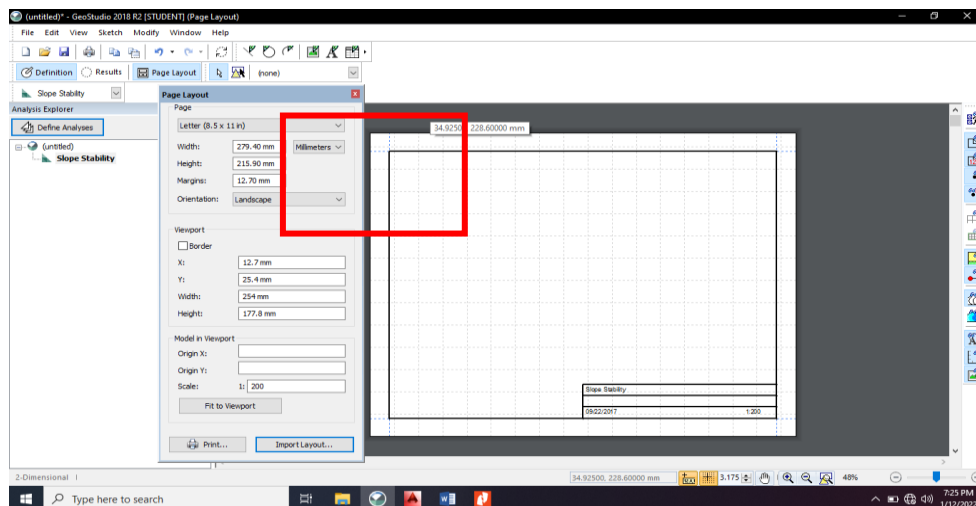
Gambar 2.10 Tampilan *Geostudio* 2018

(Sumber: *Geostudio* 2018)

1. Pengaturan awal

Pengaturan awal dalam melakukan Analisa menggunakan program *Geoslope* terdiri dari pengaturan kertas kerja, skala gambar dan jarak *grid*. Kertas kerja merupakan ukuran ruang yang disediakan untuk melakukan pemodelan. Skala gambar merupakan perbandingan yang digunakan untuk mendefinisikan ukuran lereng sebenarnya terhadap gambar pada program. *Grid* diperlukan untuk memudahkan dalam menggambarkan titik agar tetap dengan koordinat yang diinginkan. Langkah-langkah pengaturan awal adalah sebagai berikut.

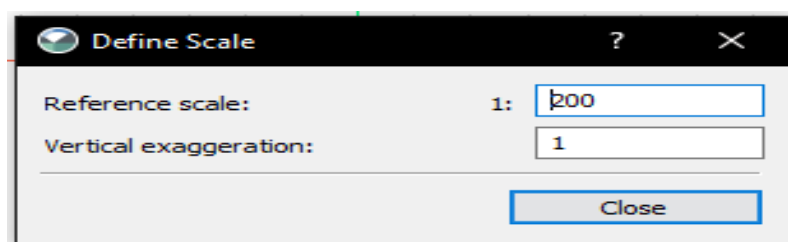
a. Mengatur kertas kerja, dengan cara klik menu *set* kemudian klik *page*.



Gambar 2.11 Jendela pengaturan kertas kerja

(Sumber: Geostudio 2018)

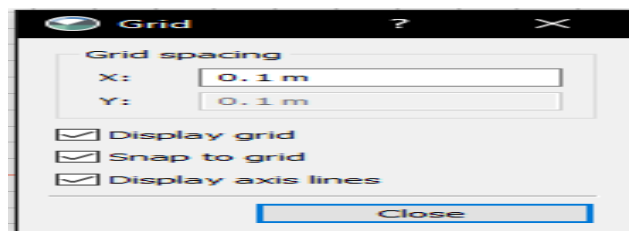
b. Mengatur skala gambar, dengan cara klik menu utama *Define* lalu klik *scale*.



Gambar 2.12 Jendela pengaturan skala gambar

(Sumber: Geostudio 2018)

- c. Mengatur jarak *grid*, dengan cara dari menu utama *View* lalu klik *grid*



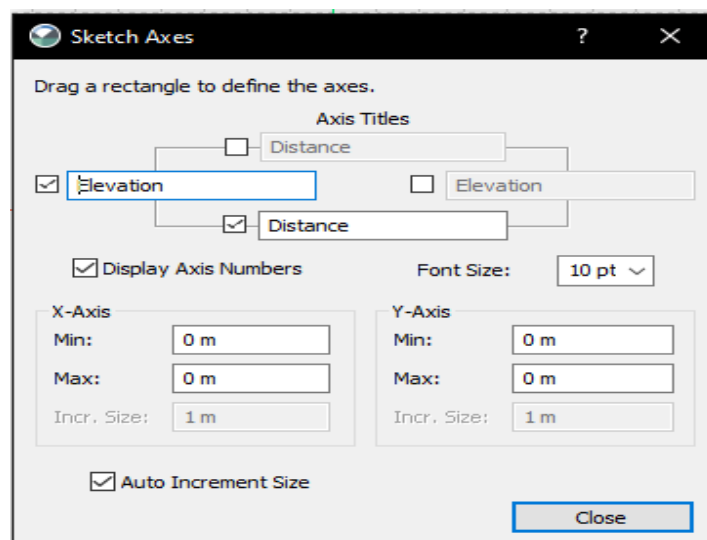
Gambar 2.13 Jendela pengaturan jarak *grid*

(Sumber: Geostudio 2018)

2. Membuat Sketsa Gambar

Pemodelan dimulai dengan pembuatan sketsa gambar yang merupakan representasi dari permasalahan yang akan dianalisis. Membuat sketsa gambar pada penelitian ini dilakukan dengan cara berikut.

- a. Pada menu utama *sketch* kemudian klik *axes*. Pada menu *axes* berfungsi untuk membuat parameter arah horizontal maupun vertikal dalam sebuah pemodelan. Parameter arah vertikal merupakan elevasi, sedangkan arah horizontal merupakan jarak seperti yang terlihat pada Gambar 2.14.

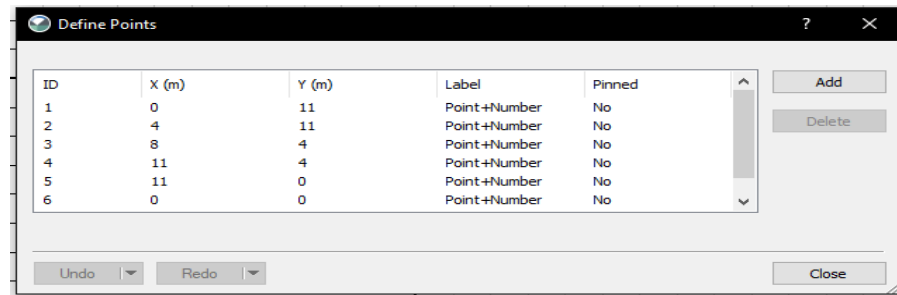


Gambar 2.14 Jendela pengatur axes

(Sumber: Geostudio 2018)

- b. Pada menu utama *Define* kemudian klik *points*, yang berfungsi untuk memasukkan titik-titik koordinat sesuai dengan gambar yang diberikan oleh

p

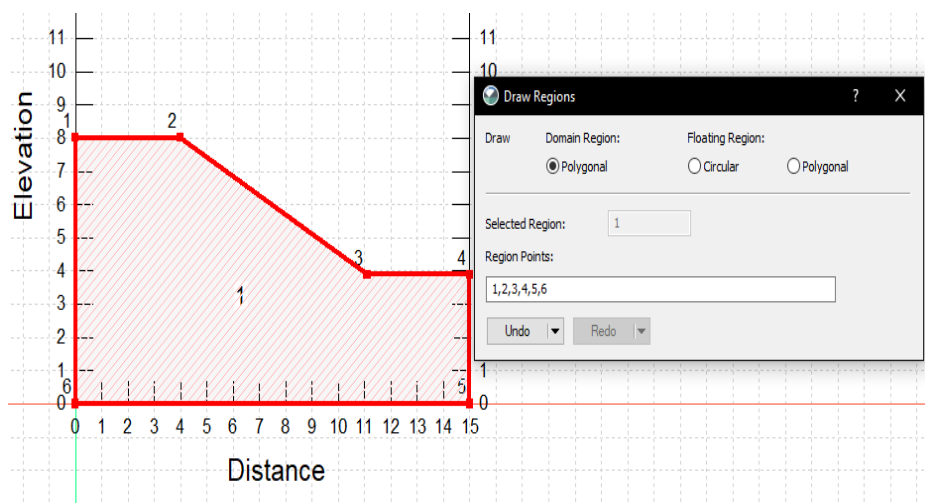


proyek sehingga pemodelan sama dengan kondisi pada lapangan.

Gambar 2.15 Jendela pengaturan titik koordinat

(Sumber: Geostudio 2018)

- c. Pada menu utama *Draw* klik *Regions*, kemudian klik titik pertama yang dijadikan titik acuan dan buat garis mengelilingi lapisan tanah tersebut dan kembali ke titik pertama. Pada penelitian ini di gambar sebanyak tiga *regions* sesuai dengan kondisi di lapangan, gambar dari pemodelan dapat dilihat pada Gambar 2.16



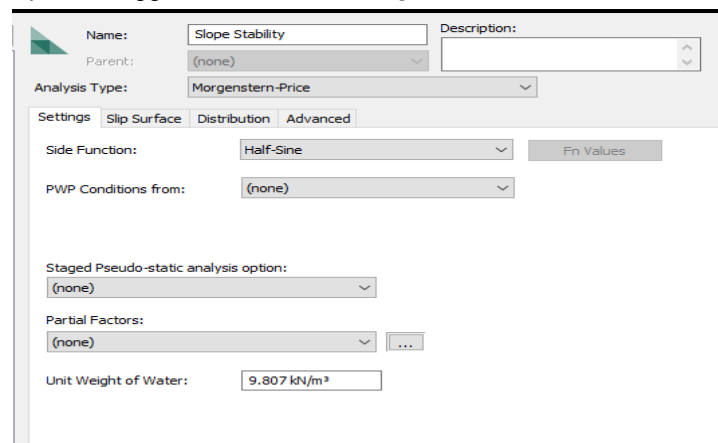
Gambar 2.16 Jendela penggambaran geometrik lereng

(Sumber: Geostudio 2018)

3. *Analysis Setting*

Pada tahap *analysis setting* berfungsi untuk menentukan pengaturan dalam menganalisis stabilitas kelongsoran lereng. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut.

- a. Menentukan metode yang digunakan dalam analisis, dengan cara klik menu utama *Define* klik *analyses* kemudian pada *analysis type* pilih metode yang digunakan. Terdapat banyak metode sebagai pilihan seperti *Morgenstren-Price*, *Spencer*, *Janbu*, *Bishop*, *Ordinary* dan lain-lain. Pada penelitian ini dipilih menggunakan metode *Morgenstren-Price*.

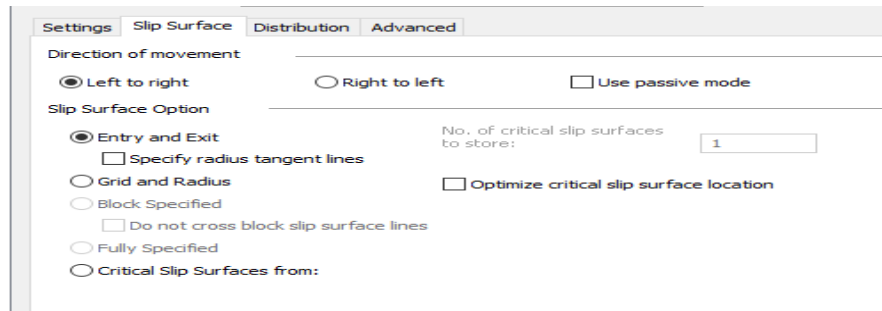


Gambar 2.17 Jendela penentuan metode analisis

(Sumber: Geostudio 2018)

- b. Menentukan bidang longsor, dengan cara klik *tabsheet slip surface* pada *Define analysis*. Pada *tabsheet* ini, kita dapat menentukan arah pergerakan kelongsoran pada *direction of movement*, baik dari arah kiri ke kanan maupun sebaliknya.

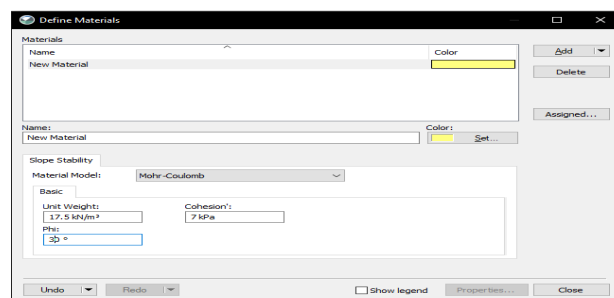
- c. Bidang longsor pada penelitian ini ditentukan dengan memilih *option Entry and Exit* pada *Slip surface option*.



(Sumber: Geostudio 2018)

4. Memasukkan Data Tanah

Material model yang digunakan dalam proses analisis yaitu *Mohr Coulomb*. Data *input* yang diperlukan antara lain, yaitu berat volume tanah (γ), kohesi (c), dan sudut geser (Φ). Langkah untuk memasukkan data tersebut yaitu dengan cara dari tampilan menu utama *Define* klik *materials*, kemudian mengisi nilai berat volume tanah (γ), kohesi (c), dan sudut geser (Φ) sesuai dengan data.



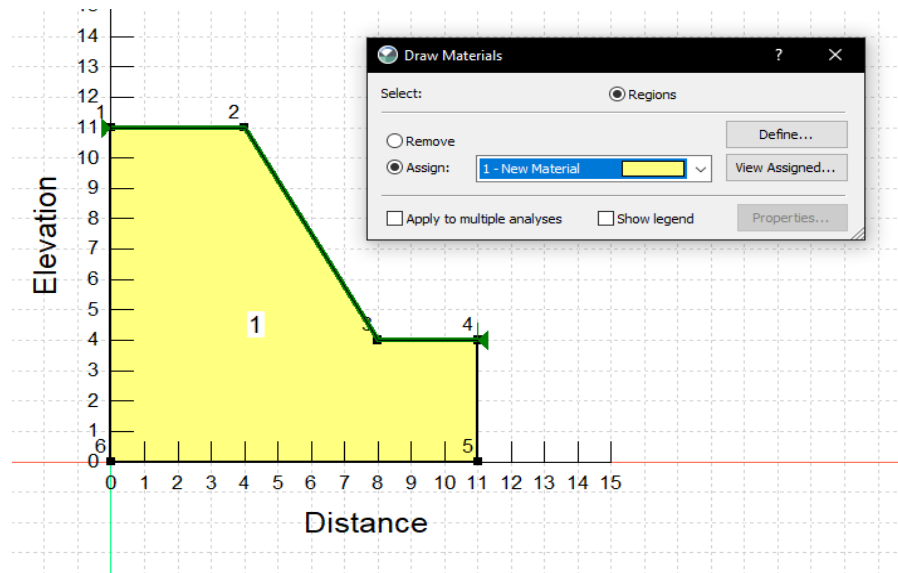
Gambar 2.19 Jendela *input* data tanah

(Sumber: Geostudio 2018)

5. Menentukan Lapisan Tanah

Langkah selanjutnya yaitu menentukan masing-masing lapisan tanah, adapun tahapan yang digunakan pada penelitian ini dalam menentukan tiap lapisan tanah yaitu dengan cara klik *draw* lalu pilih *materials*. Terdapat jenis tanah yang sedang

diaktifkan terlihat dari jenis tanah yang ada pada *assign*, selanjutnya klik pada *regions* yang sesuai dengan parameter tanah tersebut.

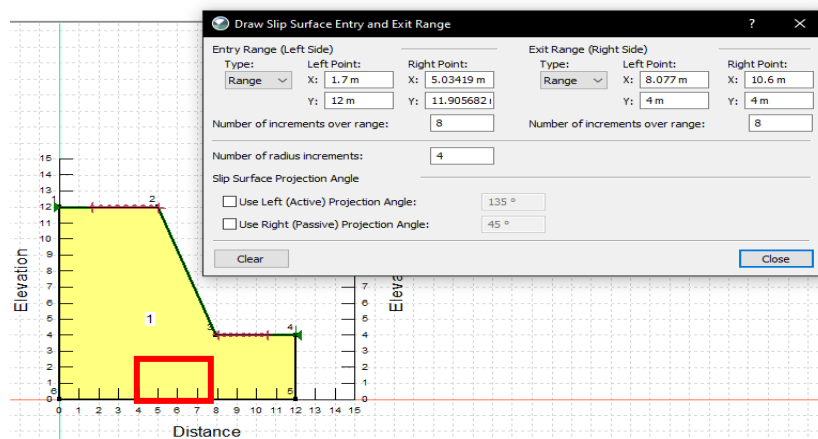


Gambar 2.20 Jendela penentuan lapisan tanah

(Sumber: Geostudio 2018)

6. Menggambar *Entry and Exit* Bidang Longsor

Menggambar bidang longsor pada penelitian ini menggunakan *Entry and Exit*, yaitu menentukan lokasi dimana percobaan bidang longsor kemungkinan akan masuk dan keluar dari permukaan tanah. Langkah untuk menggambar *Entry and Exit* bidang longsor yaitu dengan cara dari menu utama *draw* klik *slip surface*, kemudian pilih *Entry and Exit* dan mulai menggambar.

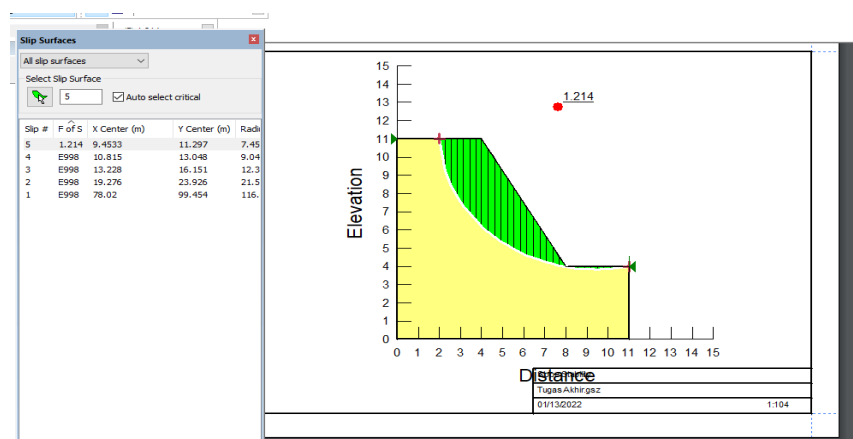


Gambar 2.21 Jendela penggambaran bidang longsor

(Sumber: Geostudio 2018)

7. Solving the Problem

Solving the problem bertujuan untuk menghitung angka keamanan pada lereng berdasarkan data-data yang telah dimasukkan. Langkah untuk *solving the problem* yaitu dengan cara dari menu utama *tools* klik *solve manager*, kemudian klik *start* untuk memulai perhitungan. Ketika proses *running* program telah selesai, maka hasilnya akan menampilkan angka keamanan minimum dan jumlah *slip surface* yang dianalisis.

Gambar 2. 22 Jendela hasil *running* program

(Sumber: Geostudio 2018)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis penelitian

Jenis penelitian dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian pustaka yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara pengumpulan data – data dari penelitian terdahulu dan data yang relevan.
2. Penelitian lapangan, yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara langsung ke lapangan untuk pengumpulan data yang diperlukan.

3.2 Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di wilayah Kelurahan Kalumata, Ternate Selatan, Kota Ternate.

Dengan koordinat $0^{\circ} 46' 04''$ N; $127^{\circ} 21' 23''$ E.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian

(Sumber: Google Earth)

3.3 Teknik analisa data

3.3.1 Teknik pengumpulan data

- Data Primer:

Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah Aplikasi *GeoStudio* 2018 untuk memodelkan kondisi lereng.

- Data sekunder:

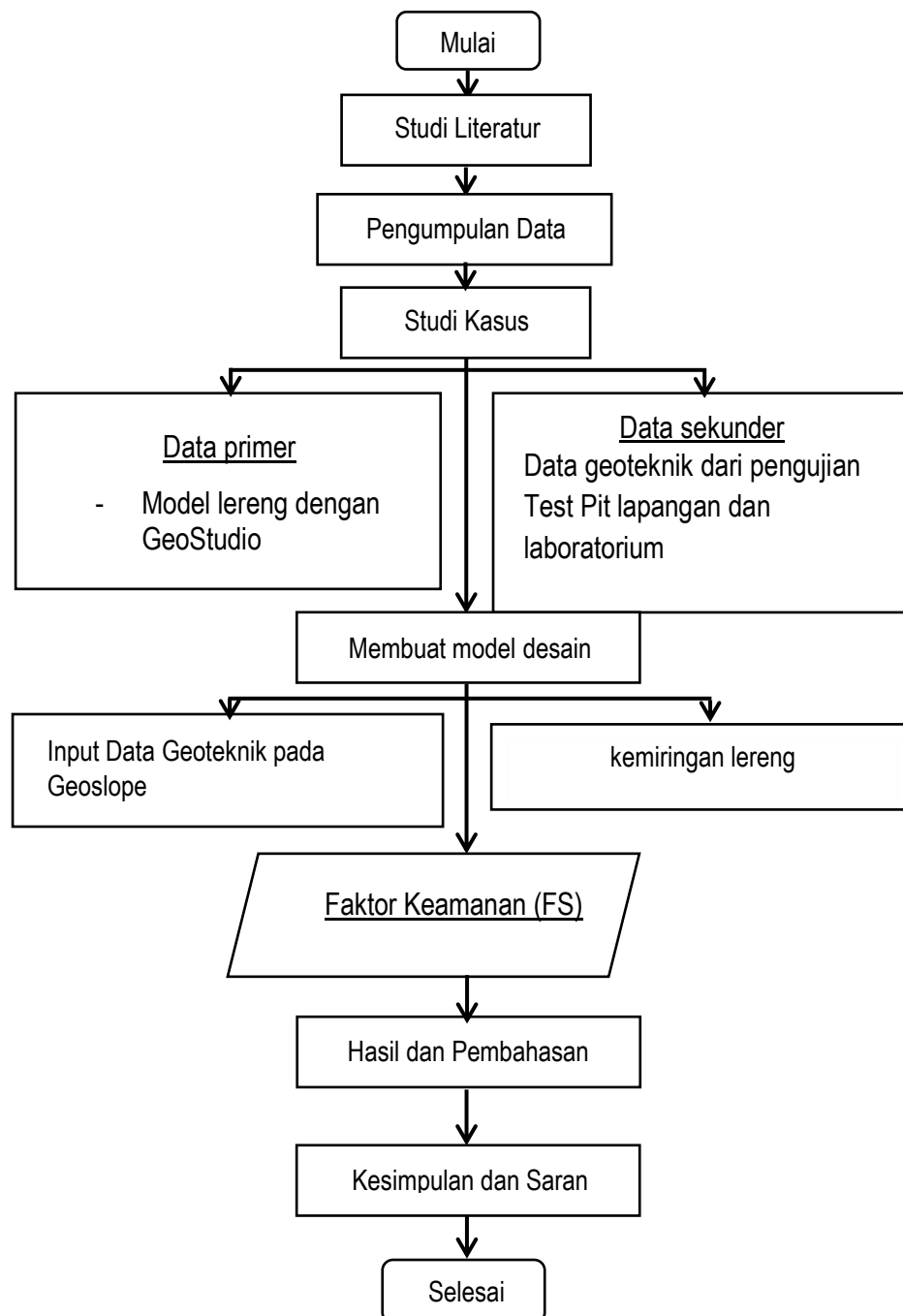
Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data geoteknik.

3.4 Tahap penelitian

Tahapan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi literatur yaitu mengambil data di pustaka, membaca, mencatat, dan mengolah bahan penelitian pada penelitian terdahulu yang relevan dengan topik.
2. Pengumpulan data – data:
 - Data primer
 - Data sekunder
3. Membuat desain pemodelan lereng pada Aplikasi *GeoSlope/W*.
4. Menganalisis faktor keamanan lereng galian dengan menggunakan metode keseimbangan batas dan aplikasi *GeoSlope/W*.

3.5 Diagram alir penelitian skripsi



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian skripsi

3.6 Bagan Alir Pengoperasian Program *Geoslope*



Gambar 3.3 Bagan alir pengoperasian program *geoslope/W*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uraian Umum

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *limit equilibrium* melalui program *Geoslope*. Hal yang dilakukan dalam penelitian yaitu menganalisa stabilitas lereng dengan tanpa perkuatan, sehingga hasil akhir yang didapatkan yaitu nilai faktor keamanan. Pemodelan lereng dilakukan dengan berbagai variasi sudut kemiringan lereng.

4.2 Pemodelan penelitian

Tabel 4.1 sudut kemiringan lereng

No	Sudut Kemiringan (α)	Satuan (Derajat)
1	30	°
2	40	°
3	50	°
4	60	°
5	70	°

4.2.1 Data Geoteknik

Dibutuhkan beberapa data dalam proses penelitian untuk menganalisa dengan menggunakan metode *limit Equilibrium* pada program *Geoslope/W*, salah satunya yaitu data geoteknik. Data geoteknik yang diperlukan dalam Analisa didasarkan pada data sekunder yang diperoleh dari lokasi penelitian yaitu galian kalumata. Pada Tabel 4.2 berikut merupakan data tanah yang digunakan dalam pemodelan.

Tabel 4.2 Data tanah hasil pengujian di laboratorium

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Berat isi	γ	21	kN/m ³
Kohesi	c	2.46	kN/m ²
Sudut geser	φ	39.24	°

(Sumber: Pengujian Laboratorium Mekanika Tanah)

4.2.2 Pengujian Test Pit DiLapangan

Test Pit dilakukan untuk melihat secara langsung kondisi tanah dilapangan lapisan tanah dengan teliti. Dari pengamatan pada bidang vertikal di dalam lubang dapat diidentifikasi jenis-jenis tanah, warna, bau, kedalaman muka air tanah dan struktur umumnya dapat juga diambil contoh tanah asli dengan memasukkan tabung sampler ke dalam tanah. Pada pengujian ini dapat diambil contoh tanah tak terganggu (*undisturbed sample*) pada lapisan-lapisan yang dikehendaki. Tapi pada proses pengambilan sampel di lokasi penelitian dengan menggunakan *care cutter*, sampel yang diambil dalam kondisi terganggu (*disturbed sample*), seperti pada gambar yang terlampir.

4.2.3 Pengujian dilaboratorium

4.2.3.1 Pengujian Sifat fisis tanah

a. Kadar Air

Kadar air (*Moisture Content*) adalah perbandingan berat air terkandung dalam contoh tanah atau agregat dengan berat kering tanah / agregat. Nilai kadar air biasanya dinyatakan dalam persen (%). Apabila satuan

nilai kadar air tidak dinyatakan dalam persen, maka hasil pengujian dikalikan dengan 0,01.

Test ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air sampel tanah yaitu perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut.

b. Berat Isi

Menurut Lembaga penelitian tanah (1979), definisi berat isi tanah adalah berat tanah utuh (*Undisturbed*) dalam keadaan kering dibagi dengan volume tanah, dinyatakan dalam gr/cm^3 . Nilai berat isi tanah sangat bervariasi antara satu titik dengan titik lainnya karena perbedaan kandungan bahan organik, tekstur tanah, kedalaman tanah, jenis fauna tanah dan kadar air tanah (Agus, 2006). Berat isi merupakan suatu sifat tanah yang menggambarkan taraf kemampatan tanah.

Test ini dilakukan untuk mengetahui berat isi, angka pori, derajat kejenuhan suatu sampel.

4.2.3.4 Pengujian Sifat Mekanis tanah

b. Geser Langsung

Maksud percobaan adalah untuk menentukan besarnya parameter geser tanah dengan alat geser langsung pada kondisi "*consolidated-drained*". Parameter geser tanah terdiri atas sudut gesek intern (ϕ) dan kohesi (c). Kondisi "*consolidated*" berarti pelaksanaan penggeseran dilakukan setelah benda uji selesai mengalami konsolidasi. Kondisi "*drained*" berarti selama

pelaksanaan penggeseran, air pori tanah diberi kesempatan untuk mengalir keluar. "*konsolidated-drained test*" disebut juga "*slow test*".

4.2.3.5 Karakteristik Tanah Berbutir Kasar

Tanah berbutir kasar adalah tanah yang sebagian besar butir-butir tanahnya berupa pasir (*sand*) dan kerikil (*gravel*). Pasir halus merupakan pengecualian, karena sifat mekaniknya merupakan sifat transisi antara tanah berbutir kasar dengan tanah berbutir halus. Sifat mekanik tanah berbutir kasar ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu:

a. Kepadatan, Ketahanan Geser Dan Kompresibilitas Tanah

Kepadatan ketahanan geser dan kompresibilitas tanah berbutir kasar sangat berhubungan erat dengan kepadatan butir-butir penyusunnya, yang dideskripsi sebagai lepas (*loose*), menengah (*medium, firm*), dan padat (*compact, dense*).

b. Ukuran butir dan distribusi besar butir

Dilihat dari pengaruh gaya geser butiran tanahnya, tanah berbutir halus lebih mudah menggelinding dibanding dengan tanah berbutir kasar, hal ini diakibatkan karena butiran tanah yang lebih kasar lebih kuat untuk saling mengikat.

4.2.3.6 Tanah Pasir

Tanah pasir merupakan tanah yang terbentuk dari batuan beku serta batuan sedimen yang memiliki butir kasar. Kapasitas serap air pada tanah pasir sangat rendah, hal ini disebabkan karena sebagian besar tanah pasir memiliki partikel tanah berukuran besar.

Berdasarkan ukuran butirannya tanah pasir memiliki ukuran yang berbeda sesuai dengan standar yang digunakan. Berdasarkan standar AASHTO, jenis tanah yang digolongkan pasir adalah bagian tanah yang lolos ayakan No. 10 (2 mm) dan tertahan pada ayakan No. 200 (0,075 mm), sedangkan menurut standar USCS jenis tanah yang digolongkan pasir adalah tanah di mana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200 (0,075 mm). Pasir merupakan jenis tanah non-cohesive, yang mana mempunyai sifat lepas (loose) antara butiran-butirannya.

Tanah pasir bertekstur kasar, dicirikan adanya ruang pori besar diantara butir-butirnya. Kondisi ini menyebabkan tanah menjadi bertekstur lepas dan gembur. Melihat dari ciri-ciri tanah pasir tersebut dapat dengan mudah dijelaskan bahwa tanah pasir memiliki kemampuan mengikat air yang sangat rendah.

Tanah pasir memiliki nilai modulus elastisitas (E) dan kuat geser ϕ seperti pada tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Parameter elastisitas tanah

<i>Type of Soil</i>	Young's Modulus, E_s		Poisson's
	MN/m²	ib/in²	Ratio
Pasir lepas	10,35-24,15	1.500-3.500	0,2-0,4
Sedang	17,25-27,60	2.500-4.000	0,25-0,4
Pasir padat	34,50-55,20	5.000-8.000	0,3-0,45
Pasir lanau	10,35-17,25	1.500-2.500	0,2-0,4
Pasir dan kerikil	69,00-172,50	10.000-25.000	0,15-0,35
Lanau halus	2,07-5,18	300-750	
Lempung sedang	5,18-10,35	750-1500	0,2-0,5

Lempung kaku	10,35-24,15	1.500-3.500	
--------------	-------------	-------------	--

(Sumber: Meyerhof, 1956)

Tabel 4.4 Nilai sudut geser dalam (ϕ)

Jenis Tanah	Sudut Geser Dalam ϕ (derajat)
Kerikil Kepasiran	35-40
Kerikil Kerakal	35-40
Pasir Padat	35-40
Pasir Lepas	30
Lempung Kelanauan	25-30
Lempung Kelanauan	20-25

(Sumber: Das, B.M., 1994)

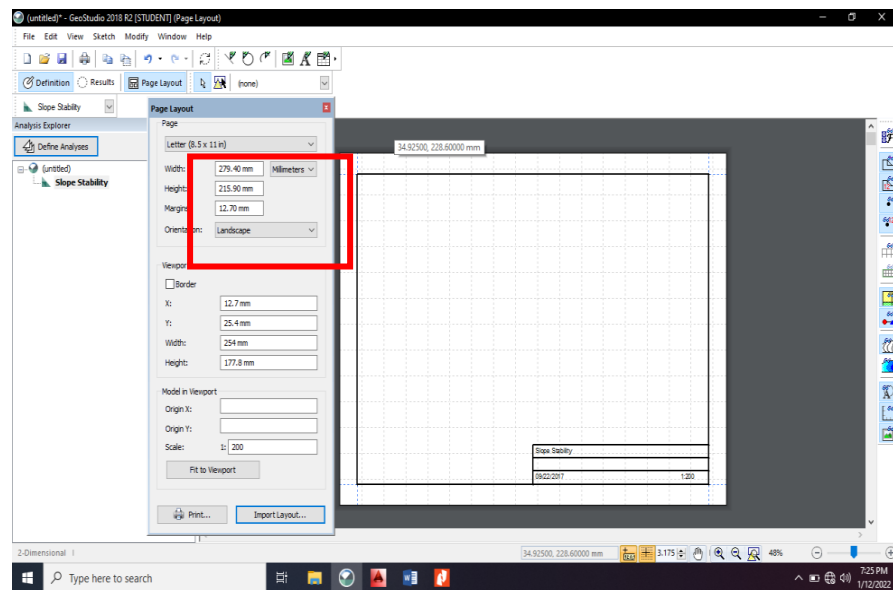
4.3 Hasil Dari Kondisi Lereng Dengan Berbagai Variasi Sudut

4.3.1 Hasil Analisa Stabilitas Lereng Lengan Sudut 30°

1. Pengaturan awal

Pengaturan awal dalam melakukan Analisa menggunakan program *Geoslope* terdiri dari pengaturan kertas kerja, skala gambar dan jarak *grid*. Kertas kerja merupakan ukuran ruang yang disediakan untuk melakukan pemodelan. Skala gambar merupakan perbandingan yang digunakan untuk mendefinisikan ukuran lereng sebenarnya terhadap gambar pada program. *Grid* diperlukan untuk memudahkan dalam menggambarkan titik agar tetap dengan koordinat yang diinginkan. Langkah-langkah pengaturan awal adalah sebagai berikut.

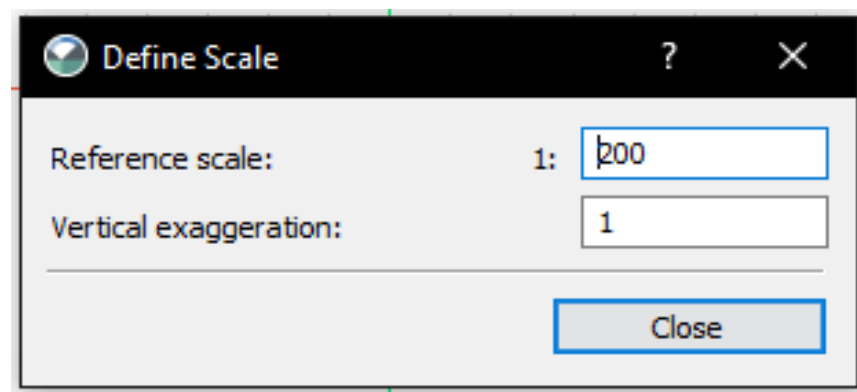
- a. Mengatur kertas kerja, dengan cara klik menu *set* kemudian klik *page*.



Gambar 4.1 Jendela pengaturan kertas kerja

(Sumber: Geostudio 2018)

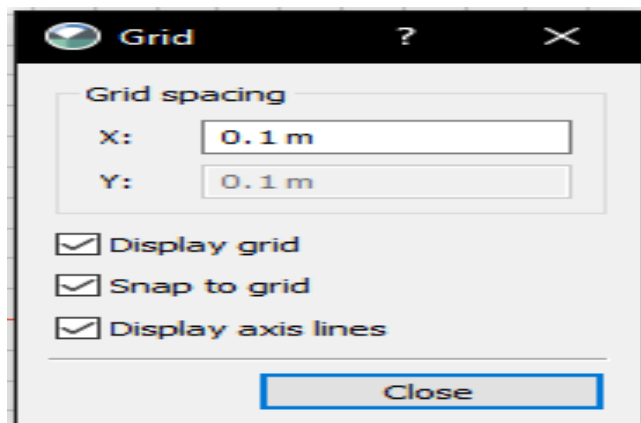
- b. Mengatur skala gambar, dengan cara klik menu utama *Define* lalu klik *scale*.



Gambar 4.2 Jendela pengaturan skala gambar

(Sumber: Geostudio 2018)

- c. Mengatur jarak *grid*, dengan cara dari menu utama *View* lalu klik *grid*



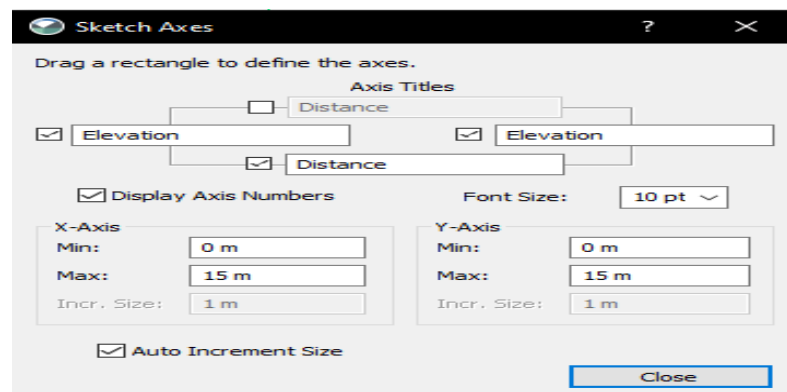
Gambar 4.3 Jendela pengaturan *grid spacing*

(Sumber: Geostudio 2018)

2. Membuat sketsa Gambar

Pemodelan dimulai dengan pembuatan sketsa gambar yang merupakan representasi dari permasalahan yang akan dianalisis. Membuat sketsa gambar pada penelitian ini dilakukan dengan cara berikut.

- a. Pada menu utama *sketch* kemudian klik *axes*. Pada menu *axes* berfungsi untuk membuat parameter arah horizontal maupun vertical dalam sebuah pemodelan. Parameter arah vertikal merupakan elevasi, sedangkan arah horizontal merupakan jarak seperti yang terlihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Jendela pengaturan *sketch axes*

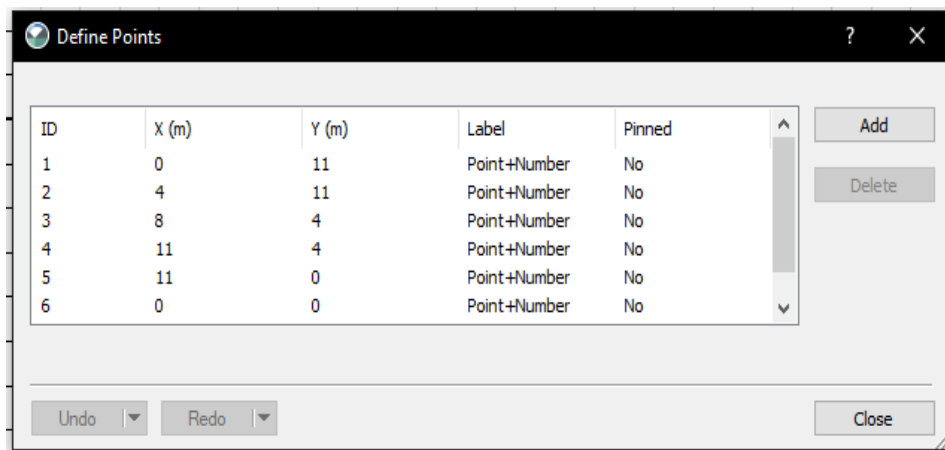
(Sumber: Geostudio 2018)



Gambar 4.5 Jendela pengaturan pemodelan lereng

(Sumber: Geostudio 2018)

- b. Pada menu utama *Define* kemudian klik *points*, yang berfungsi untuk memasukkan titik-titik koordinat sesuai dengan gambar yang diberikan oleh pihak proyek sehingga pemodelan sama dengan kondisi pada lapangan.

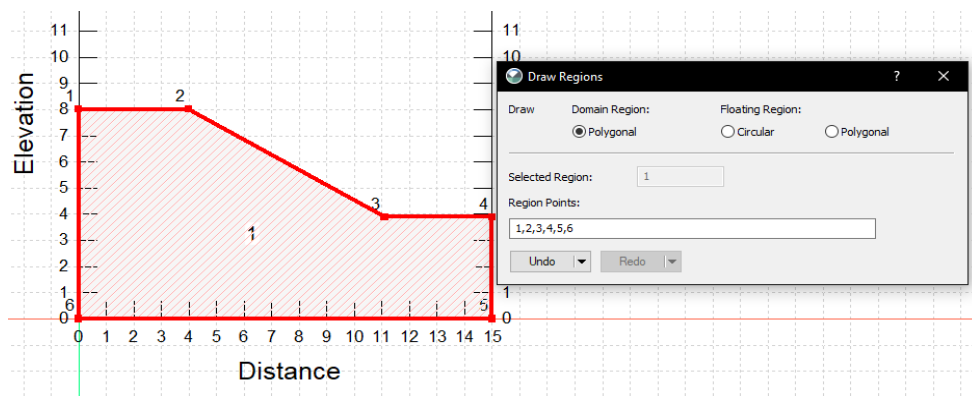


Gambar 4.6 Jendela pengaturan titik koordinat

(Sumber: Geostudio 2018)

- c. Pada menu utama *Draw* klik *Regions*, kemudian klik titik pertama yang dijadikan titik acuan dan buat garis mengelilingi lapisan tanah tersebut dan

kembali ke titik pertama. Pada penelitian ini di gambar sebanyak enam *regions* sesuai dengan kondisi di lapangan, gambar dari pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4.7.

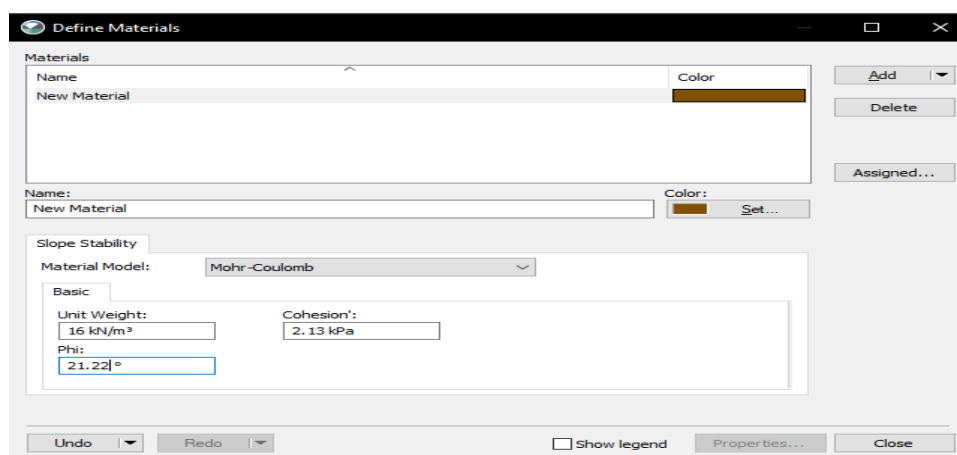


Gambar 4.7 Jendela pengaturan *draw region*

(Sumber: Geostudio 2018)

3. Memasukkan Data Tanah

Material model yang digunakan dalam proses analisis yaitu *Mohr Coulomb*. Data *input* yang diperlukan antara lain, yaitu berat volume tanah (γ), kohesi (c), dan sudut geser (Φ). Langkah untuk memasukkan data tersebut yaitu dengan cara dari tampilan menu utama *Define* klik *materials*, kemudian mengisi nilai berat volume tanah (γ), kohesi (c), dan sudut geser (Φ) sesuai dengan data.

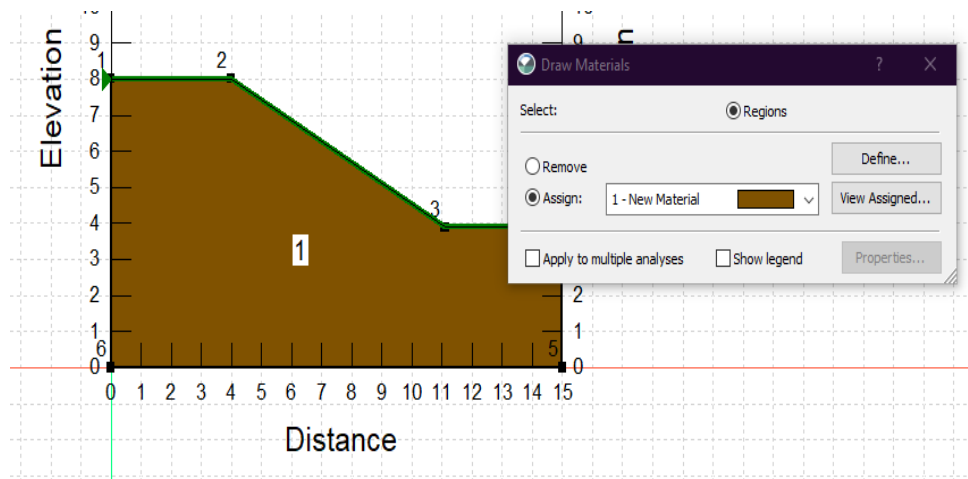


Gambar 4.8 Jendela pengaturan *define material*

(Sumber: Geostudio 2018)

4. Menentukan Lapisan Tanah

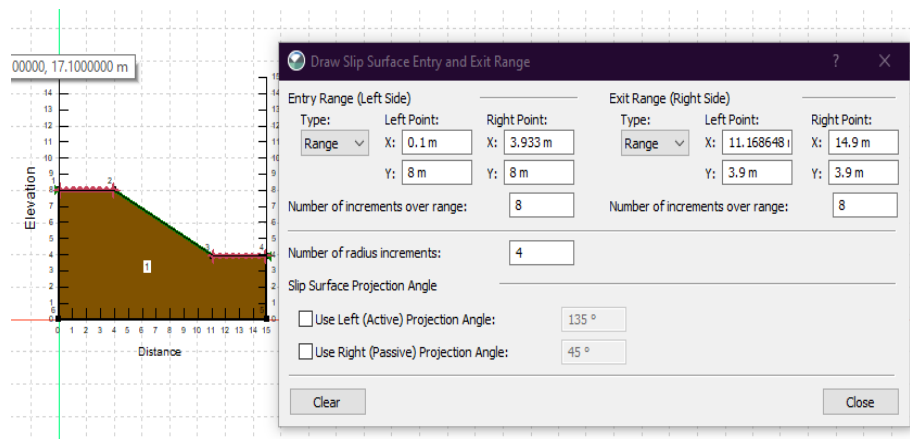
Langkah selanjutnya yaitu menentukan masing-masing lapisan tanah, adapun tahapan yang digunakan pada penelitian ini dalam menentukan tiap lapisan tanah yaitu dengan cara klik *draw* lalu pilih *materials*. Terdapat jenis tanah yang sedang diaktifkan terlihat dari jenis tanah yang ada pada *assign*, selanjutnya klik pada *regions* yang sesuai dengan parameter tanah tersebut.

Gambar 4.9 Jendela pengaturan *draw materials*

(Sumber: Geostudio 2018)

5. Menggambar *Entry and Exit* Bidang Longsor

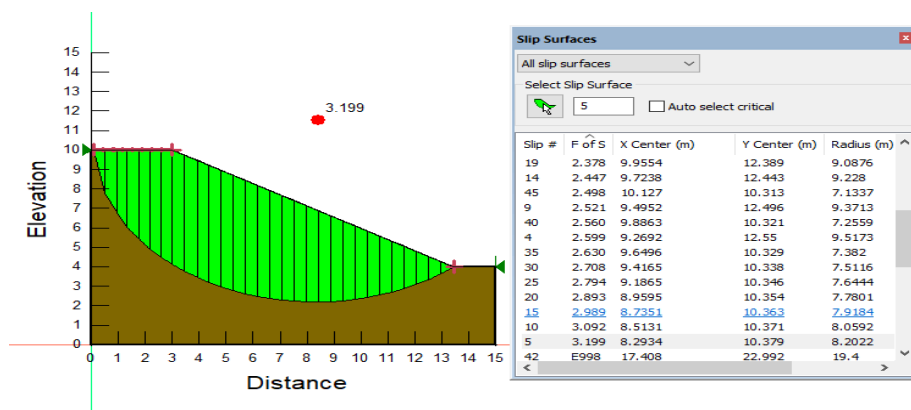
Menggambar bidang longsor pada penelitian ini menggunakan *Entry and Exit*, yaitu menentukan lokasi dimana percobaan bidang longsor kemungkinan akan masuk dan keluar dari permukaan tanah. Langkah untuk menggambar *Entry and Exit* bidang longsor yaitu dengan cara dari menu utama *draw* klik *slip surface*, kemudian pilih *Entry and Exit* dan mulai menggambar.

Gambar 4.10 Jendela pengaturan *slip surface entry and exit*

(Sumber: Geostudio 2018)

6. Solving the Problem

Solving the problem bertujuan untuk menghitung angka keamanan pada lereng berdasarkan data-data yang telah dimasukkan. Langkah untuk *solving the problem* yaitu dengan cara dari menu utama *tools* klik *solve manager*, kemudian klik *start* untuk memulai perhitungan. Ketika proses *running* program telah selesai, maka hasilnya akan menampilkan angka keamanan minimum dan jumlah *slip surface* yang dianalisis.

Gambar 4.11 Hasil *running geoslope/W*

(Sumber: Geostudio 2018)

Dari hasil analisis lereng dengan kemiringan 30° didapatkan nilai faktor keamanan (FS)

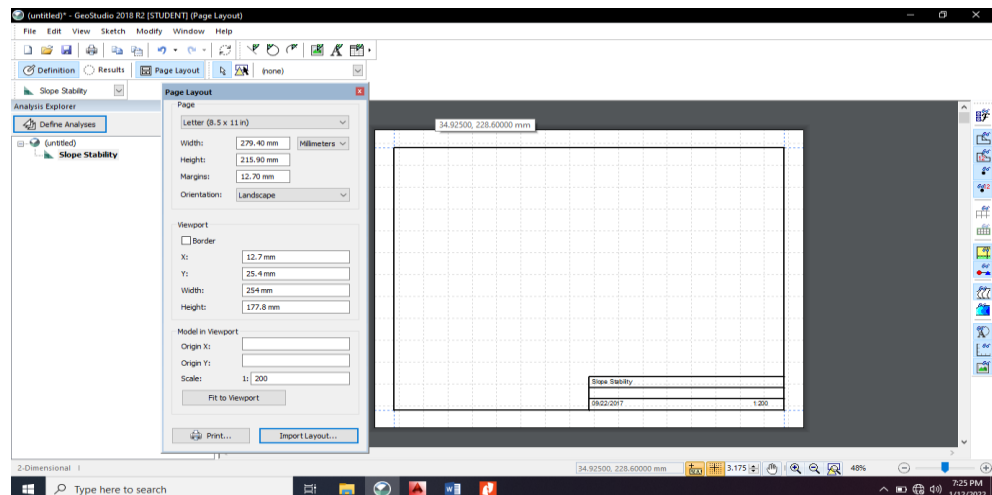
lereng $FS = 3.199$

4.3.2 Hasil Analisa Stabilitas Lereng Dengan Sudut 40°

1. Pengaturan awal

Pengaturan awal dalam melakukan Analisa menggunakan program *Geoslope* terdiri dari pengaturan kertas kerja, skala gambar dan jarak *grid*. Kertas kerja merupakan ukuran ruang yang disediakan untuk melakukan pemodelan. Skala gambar merupakan perbandingan yang digunakan untuk mendefinisikan ukuran lereng sebenarnya terhadap gambar pada program. *Grid* diperlukan untuk memudahkan dalam menggambarkan titik agar tetap dengan koordinat yang diinginkan. Langkah-langkah pengaturan awal adalah sebagai berikut.

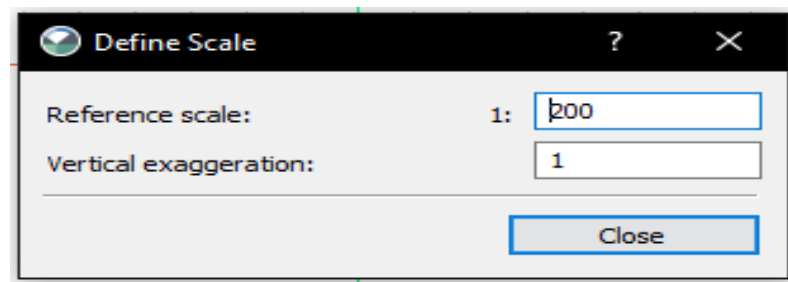
a. Mengatur kertas kerja, dengan cara klik menu *set* kemudian klik *page*.



Gambar 4.12 Jendela pengaturan kertas kerja

(Sumber: Geostudio 2018)

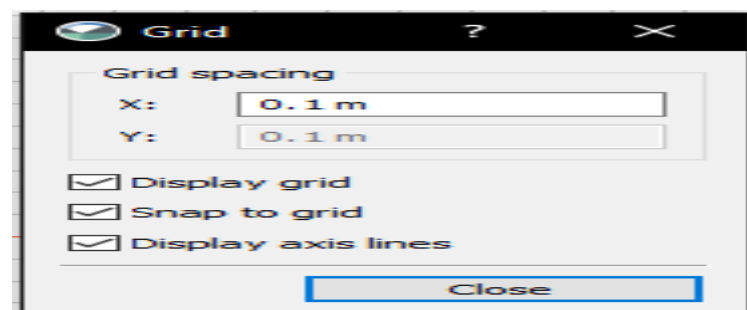
b. Mengatur skala gambar, dengan cara klik menu utama *Define* lalu klik *scale*.



Gambar 4.13 Jendela pengaturan skala gambar

(Sumber: Geostudio 2018)

- c. Mengatur jarak *grid*, dengan cara dari menu utama *View* lalu klik *grid*



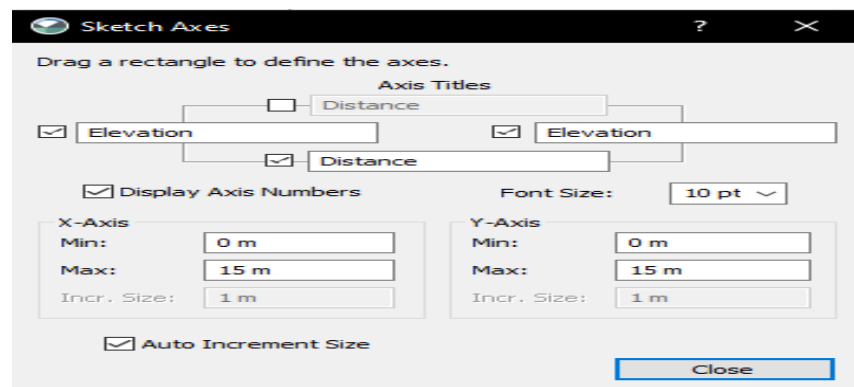
Gambar 4.14 Jendela pengaturan *grid spacing*

(Sumber: Geostudio 2018)

2. Membuat sketsa Gambar

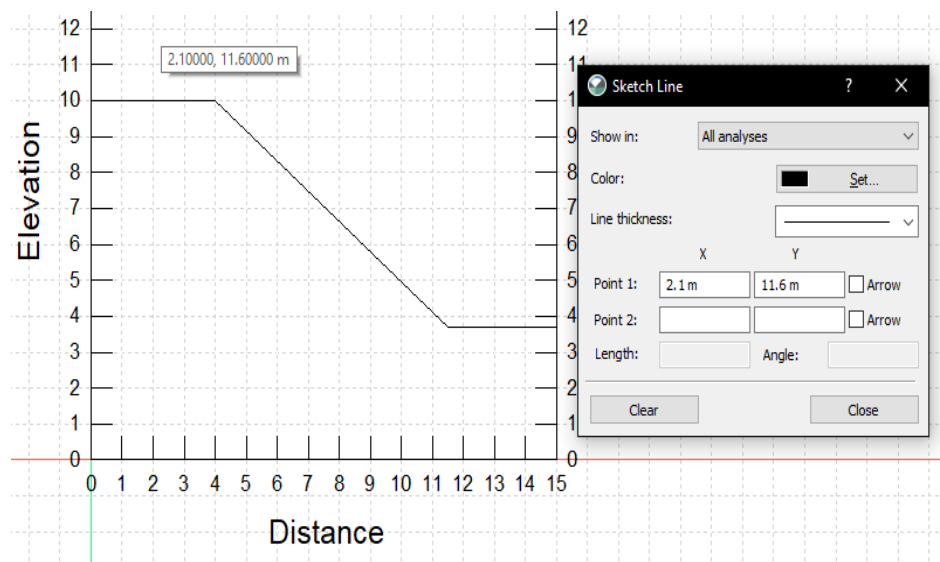
Pemodelan dimulai dengan pembuatan sketsa gambar yang merupakan representasi dari permasalahan yang akan dianalisis. Membuat sketsa gambar pada penelitian ini dilakukan dengan cara berikut.

- a. Pada menu utama *sketch* kemudian klik *axes*. Pada menu *axes* berfungsi untuk membuat parameter arah horizontal maupun vertical dalam sebuah pemodelan. Parameter arah vertikal merupakan elevasi, sedangkan arah horizontal merupakan jarak seperti yang terlihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Jendela pengaturan *sketch axes*

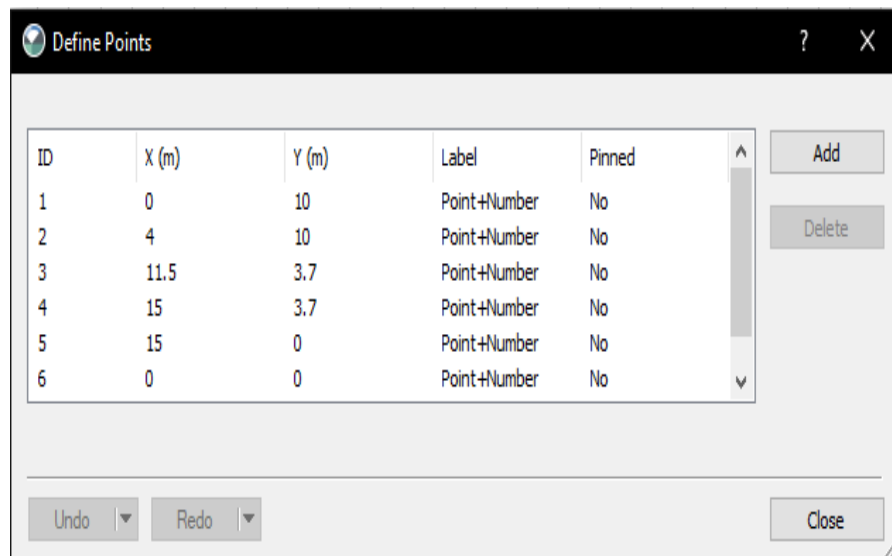
(Sumber: Geostudio 2018)



Gambar 4.16 Jendela pengaturan pemodelan lereng

(Sumber: Geostudio 2018)

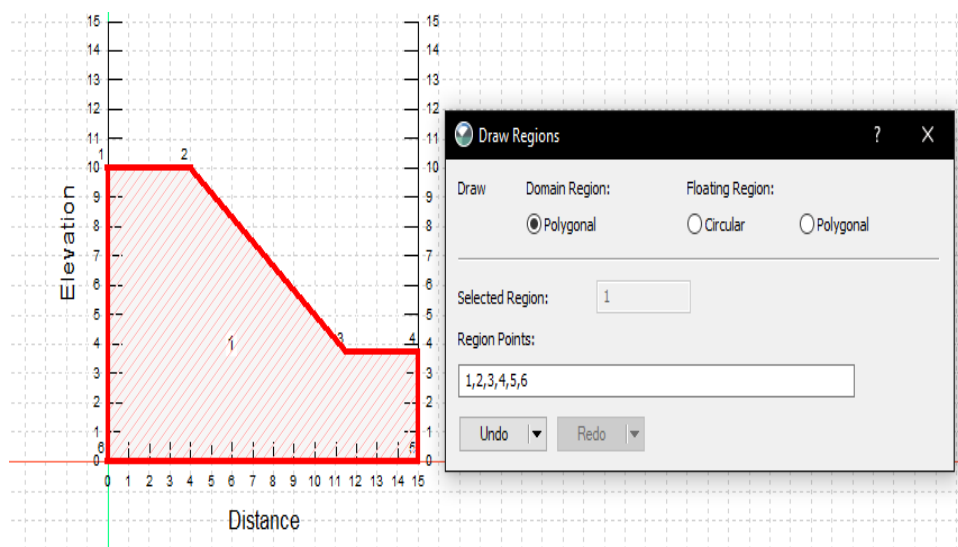
- b. Pada menu utama *Define* kemudian klik *points*, yang berfungsi untuk memasukkan titik-titik koordinat sesuai dengan gambar yang diberikan oleh pihak proyek sehingga pemodelan sama dengan kondisi pada lapangan.



Gambar 4.17 Jendela pengaturan titik koordinat

(Sumber: Geostudio 2018)

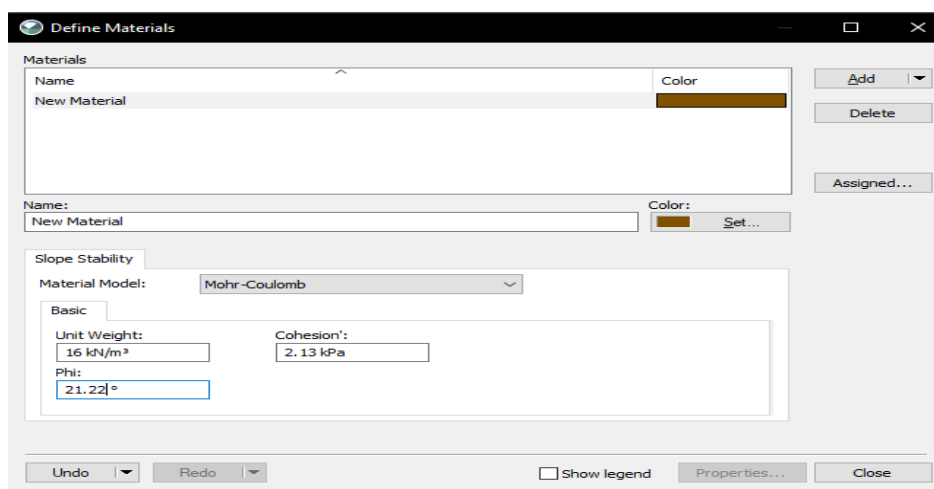
- c. Pada menu utama *Draw* klik *Regions*, kemudian klik titik pertama yang dijadikan titik acuan dan buat garis mengelilingi lapisan tanah tersebut dan kembali ke titik pertama. Pada penelitian ini di gambar sebanyak enam *regions* sesuai dengan kondisi di lapangan, gambar dari pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4.18

Gambar 4.18 Jendela pengaturan *draw region*

(Sumber: Geostudio 2018)

3. Memasukkan Data Tanah

Material model yang digunakan dalam proses analisis yaitu *Mohr Coulomb*. Data *input* yang diperlukan antara lain, yaitu berat volume tanah (γ), kohesi (c), dan sudut geser (Φ). Langkah untuk memasukkan data tersebut yaitu dengan cara dari tampilan menu utama *Define* klik *materials*, kemudian mengisi nilai berat volume tanah (γ), kohesi (c), dan sudut geser (Φ) sesuai dengan data.

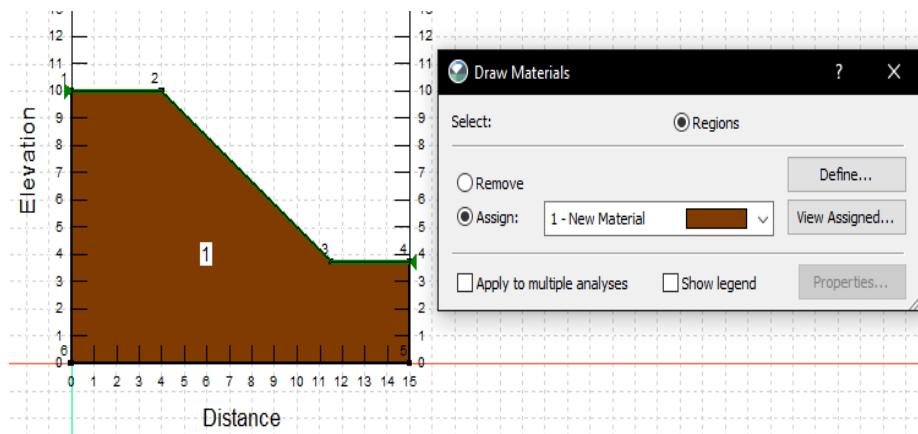


Gambar 4.19 Jendela pengaturan *define material*

(Sumber: Geostudio 2018)

4. Menentukan Lapisan Tanah

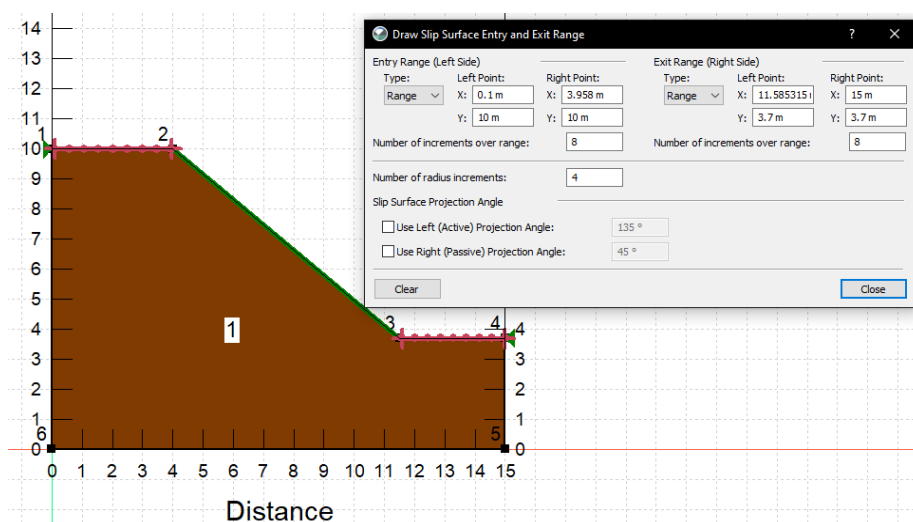
Langkah selanjutnya yaitu menentukan masing-masing lapisan tanah, adapun tahapan yang digunakan pada penelitian ini dalam menentukan tiap lapisan tanah yaitu dengan cara klik *draw* lalu pilih *materials*. Terdapat jenis tanah yang sedang diaktifkan terlihat dari jenis tanah yang ada pada *assign*, selanjutnya klik pada *regions* yang sesuai dengan parameter tanah tersebut.

Gambar 4.20 Jendela pengaturan *draw materials*

(Sumber: Geostudio 2018)

5. Menggambar *Entry and Exit* Bidang Longsor

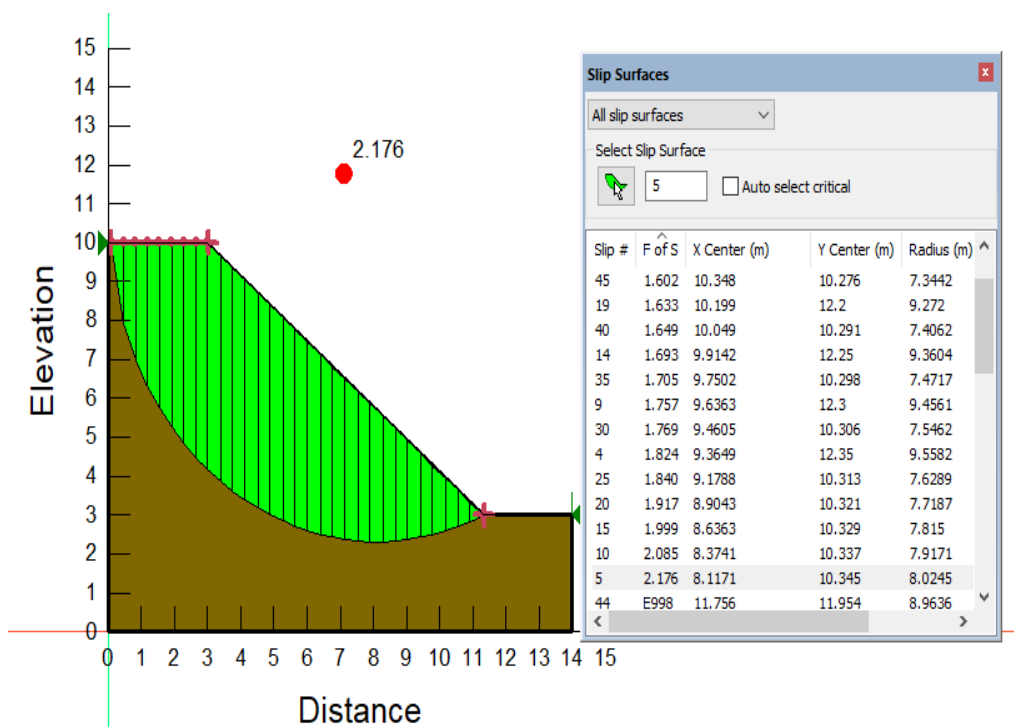
Menggambar bidang longsor pada penelitian ini menggunakan *Entry and Exit*, yaitu menentukan lokasi dimana percobaan bidang longsor kemungkinan akan masuk dan keluar dari permukaan tanah. Langkah untuk menggambar *Entry and Exit* bidang longsor yaitu dengan cara dari menu utama *draw* klik *slip surface*, kemudian pilih *Entry and Exit* dan mulai menggambar.

Gambar 4.21 Jendela pengaturan *slip surface entry and exit*

(Sumber: Geostudio 2018)

6. Solving the Problem

Solving the problem bertujuan untuk menghitung angka keamanan pada lereng berdasarkan data-data yang telah dimasukkan. Langkah untuk *solving the problem* yaitu dengan cara dari menu utama *tools* klik *solve manager*, kemudian klik *start* untuk memulai perhitungan. Ketika proses *running* program telah selesai, maka hasilnya akan menampilkan angka keamanan minimum dan jumlah *slip surface* yang dianalisis.



Gambar 4.22 Hasil *running* geoslope/W

(Sumber: Geostudio 2018)

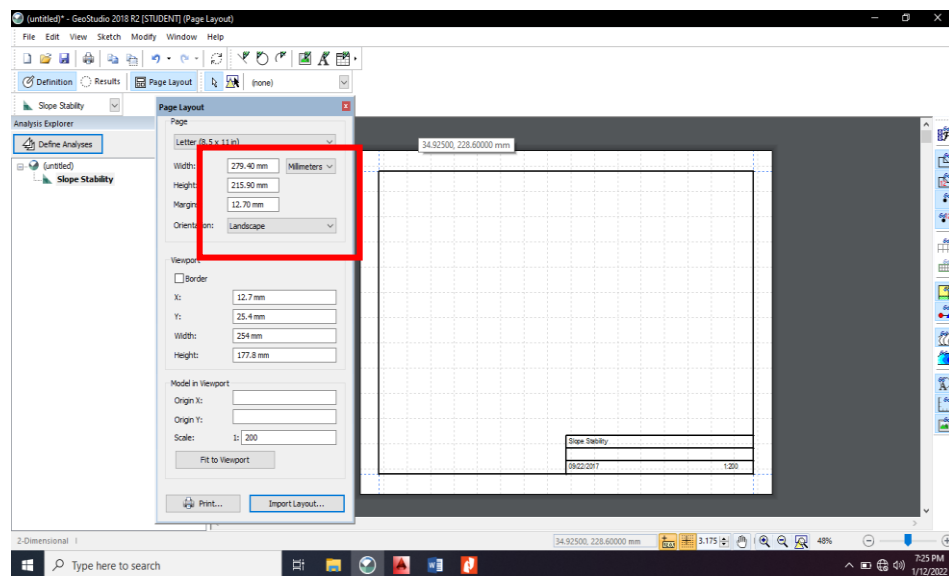
Dari hasil analisis lereng dengan kemiringan 40° didapatkan nilai faktor keamanan (FS) lereng $FS = 2.176$

4.3.3 Hasil Analisa Stabilitas Lereng Dengan Sudut 50°

1. Pengaturan awal

Pengaturan awal dalam melakukan Analisa menggunakan program *Geoslope* terdiri dari pengaturan kertas kerja, skala gambar dan jarak *grid*. Kertas kerja merupakan ukuran ruang yang disediakan untuk melakukan pemodelan. Skala gambar merupakan perbandingan yang digunakan untuk mendefinisikan ukuran lereng sebenarnya terhadap gambar pada program. *Grid* diperlukan untuk memudahkan dalam menggambarkan titik agar tetap dengan koordinat yang diinginkan. Langkah-langkah pengaturan awal adalah sebagai berikut.

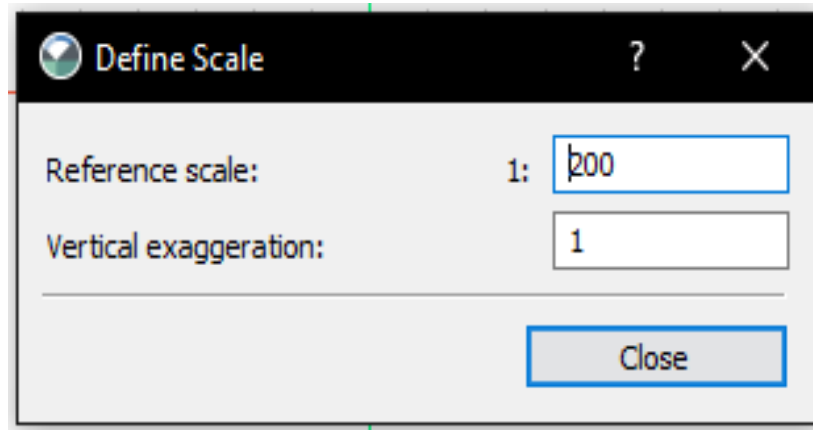
a. Mengatur kertas kerja, dengan cara klik menu *set* kemudian klik *page*.



Gambar 4.23 Jendela pengaturan kertas kerja

(Sumber: Geostudio 2018)

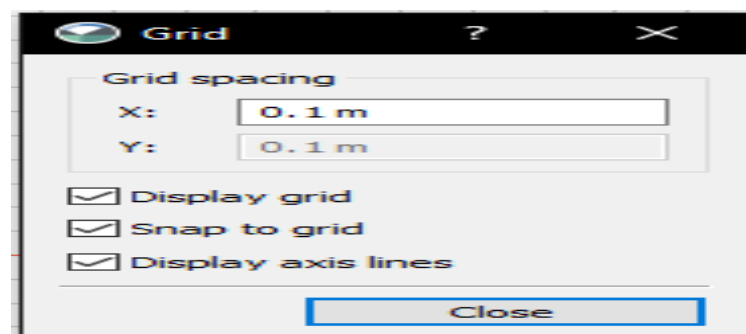
- b. Mengatur skala gambar, dengan cara klik menu utama *Define* lalu klik *scale*.



Gambar 4.24 Jendela pengaturan skala gambar

(Sumber: Geostudio 2018)

- c. Mengatur jarak *grid*, dengan cara dari menu utama *View* lalu klik *grid*



Gambar 4.25 Jendela pengaturan *grid spacing*

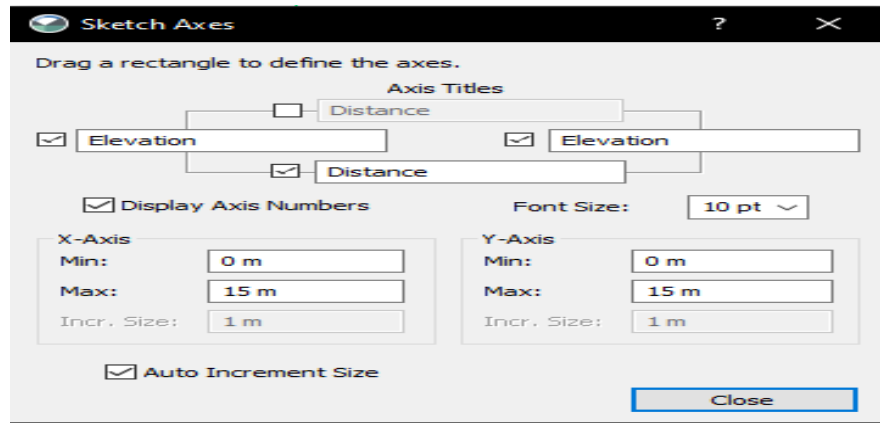
(Sumber: Geostudio 2018)

2. Membuat sketsa Gambar

Pemodelan dimulai dengan pembuatan sketsa gambar yang merupakan representasi dari permasalahan yang akan dianalisis. Membuat sketsa gambar pada penelitian ini dilakukan dengan cara berikut.

- a. Pada menu utama *sketch* kemudian klik *axes*. Pada menu *axes* berfungsi untuk membuat parameter arah horizontal maupun vertical dalam sebuah

pemodelan. Parameter arah vertikal merupakan elevasi, sedangkan arah horizontal merupakan jarak seperti yang terlihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Jendela pengaturan *sketch axes*

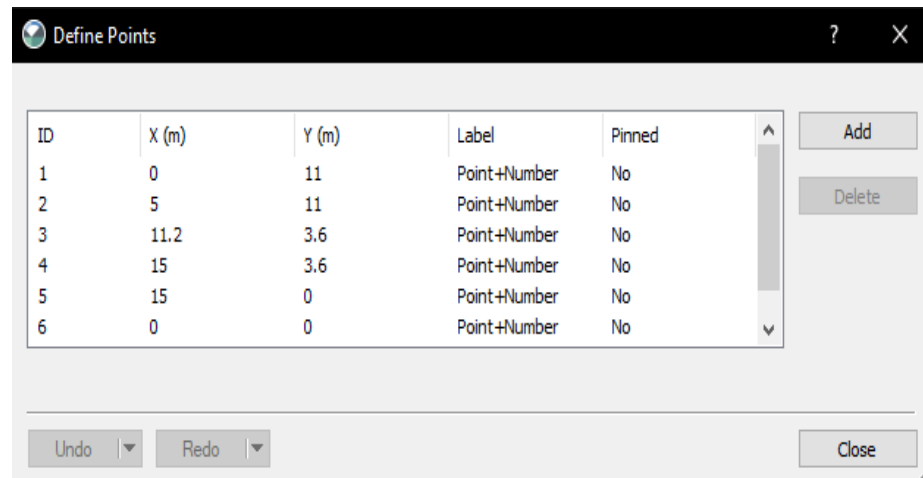
(Sumber: Geostudio 2018)



Gambar 4.27 Jendela pengaturan pemodelan lereng

(Sumber: Geostudio 2018)

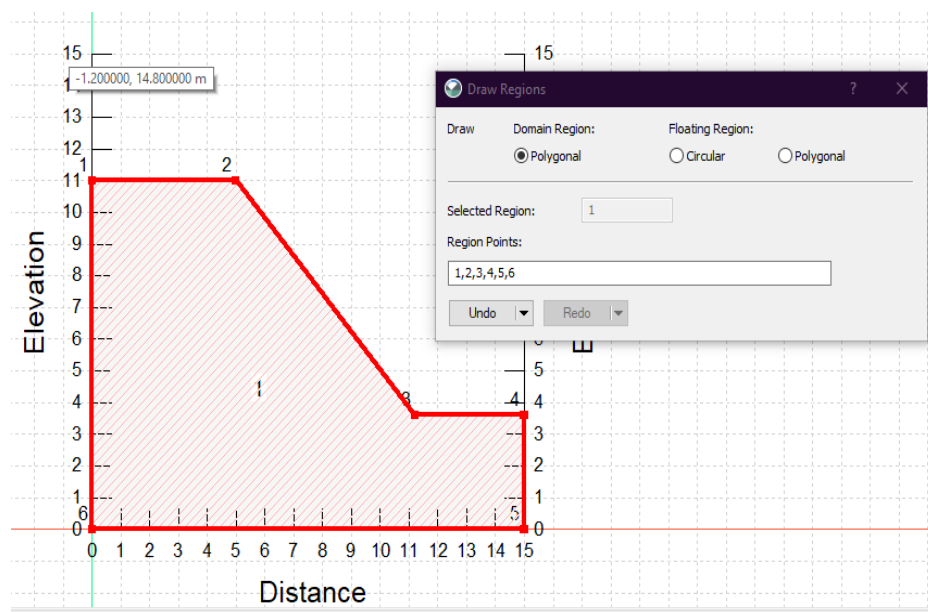
- b. Pada menu utama *Define* kemudian klik *points*, yang berfungsi untuk memasukkan titik-titik koordinat sesuai dengan gambar yang diberikan oleh pihak proyek sehingga pemodelan sama dengan kondisi pada lapangan.



Gambar 4.28 Jendela pengaturan titik koordinat

(Sumber: Geostudio 2018)

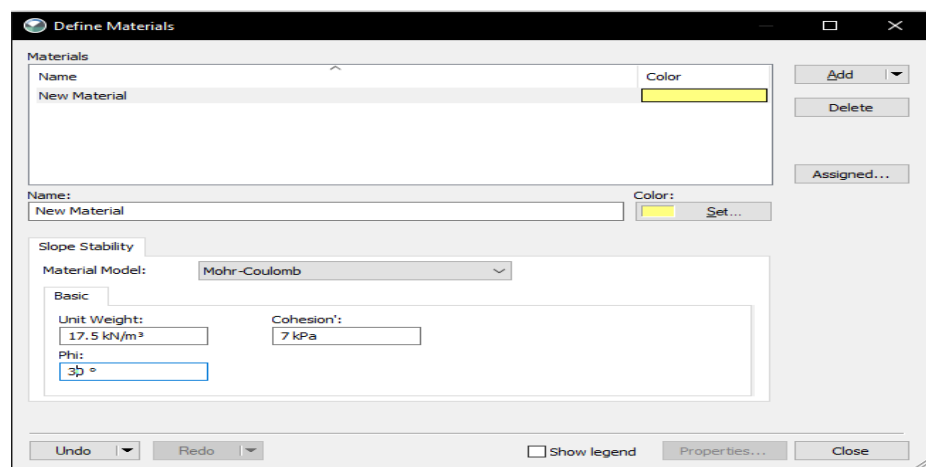
- c. Pada menu utama *Draw* klik *Regions*, kemudian klik titik pertama yang dijadikan titik acuan dan buat garis mengelilingi lapisan tanah tersebut dan kembali ke titik pertama. Pada penelitian ini di gambar sebanyak enam *regions* sesuai dengan kondisi di lapangan, gambar dari pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4.29.

Gambar 4.29 Jendela pengaturan *draw region*

(Sumber: Geostudio 2018)

3. Memasukkan Data Tanah

Material model yang digunakan dalam proses analisis yaitu *Mohr Coulomb*. Data *input* yang diperlukan antara lain, yaitu berat volume tanah (γ), kohesi (c), dan sudut geser (Φ). Langkah untuk memasukkan data tersebut yaitu dengan cara dari tampilan menu utama *Define* klik *materials*, kemudian mengisi nilai berat volume tanah (γ), kohesi (c), dan sudut geser (Φ) sesuai dengan data.

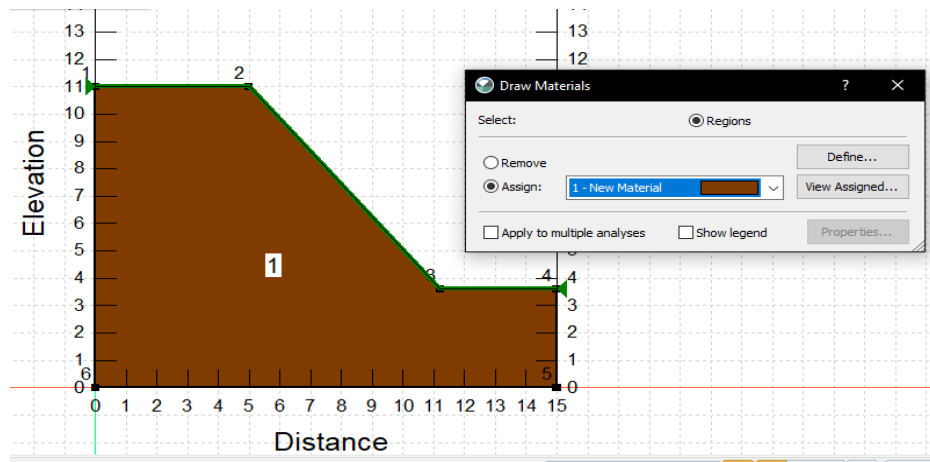


Gambar 4.30 Jendela pengaturan *draw materials*

(Sumber: Geostudio 2018)

4. Menentukan Lapisan Tanah

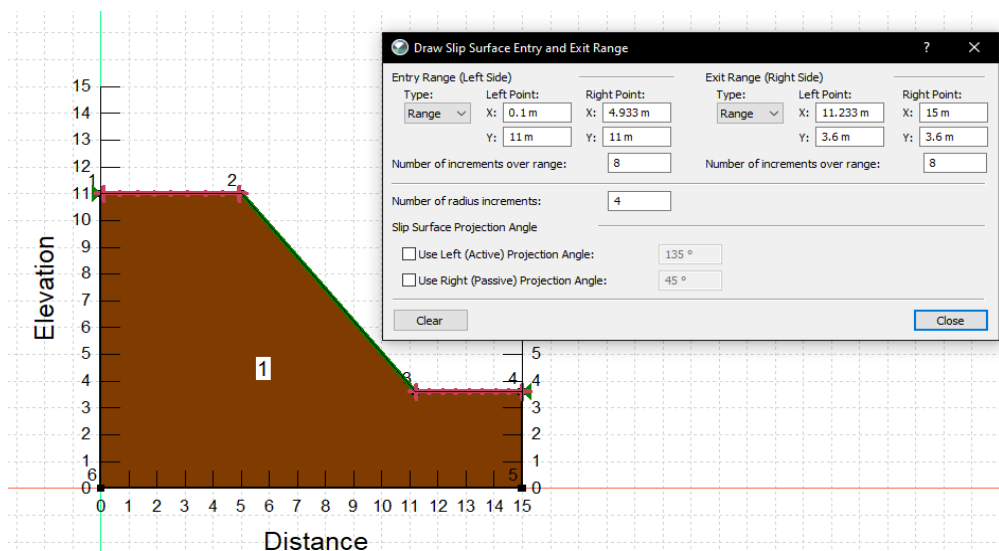
Langkah selanjutnya yaitu menentukan masing-masing lapisan tanah, adapun tahapan yang digunakan pada penelitian ini dalam menentukan tiap lapisan tanah yaitu dengan cara klik *draw* lalu pilih *materials*. Terdapat jenis tanah yang sedang diaktifkan terlihat dari jenis tanah yang ada pada *assign*, selanjutnya klik pada *regions* yang sesuai dengan parameter tanah tersebut.



Gambar 4.31 Jendela pengaturan *draw materials*
(Sumber: Geostudio 2018)

5. Menggambar *Entry and Exit* Bidang Longsor

Menggambar bidang longsor pada penelitian ini menggunakan *Entry and Exit*, yaitu menentukan lokasi dimana percobaan bidang longsor kemungkinan akan masuk dan keluar dari permukaan tanah. Langkah untuk menggambar *Entry and Exit* bidang longsor yaitu dengan cara dari menu utama *draw* klik *slip surface*, kemudian pilih *Entry and Exit* dan mulai menggambar.

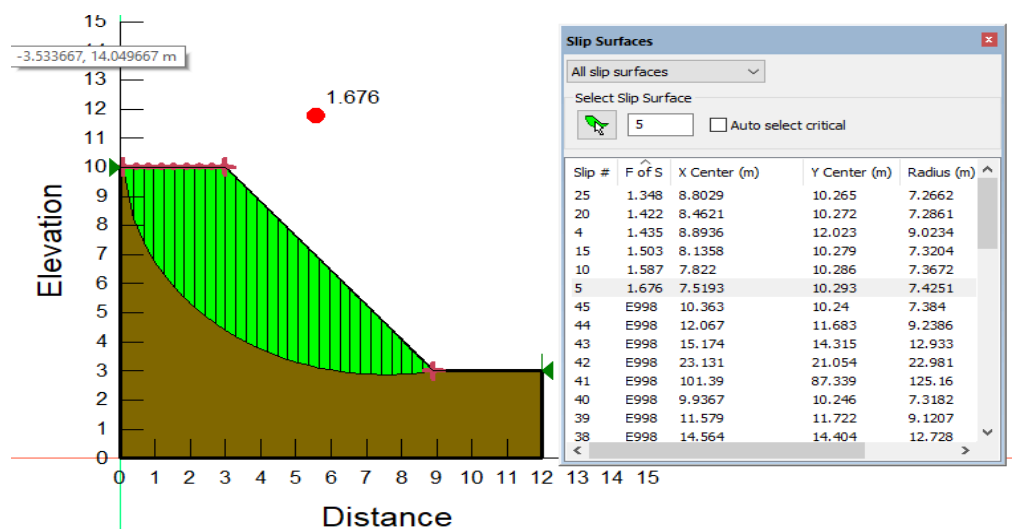


Gambar 4.32 Jendela pengaturan *slip surface entry and exit*

(Sumber: Geostudio 2018)

6. Solving the Problem

Solving the problem bertujuan untuk menghitung angka keamanan pada lereng berdasarkan data-data yang telah dimasukkan. Langkah untuk *solving the problem* yaitu dengan cara dari menu utama *tools* klik *solve manager*, kemudian klik *start* untuk memulai perhitungan. Ketika proses *running* program telah selesai, maka hasilnya akan menampilkan angka keamanan minimum dan jumlah *slip surface* yang dianalisis.



Gambar 4.33 Hasil *running* geoslope/W

(Sumber: Geostudio 2018)

Dari hasil analisis lereng dengan kemiringan 50° didapatkan nilai faktor keamanan (FS) lereng FS = 1.676

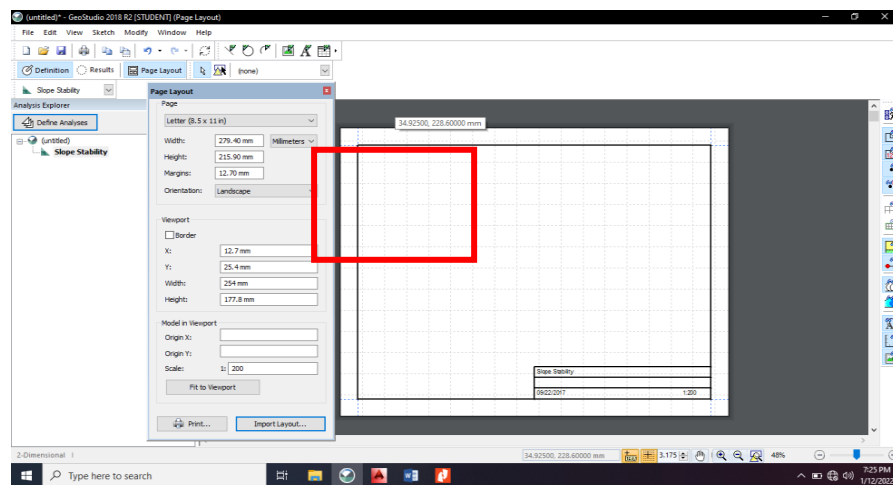
4.3.4 Hasil Analisa Stabilitas Lereng Dengan Sudut 60°

1. Pengaturan awal

Pengaturan awal dalam melakukan Analisa menggunakan program *Geoslope* terdiri dari pengaturan kertas kerja, skala gambar dan jarak *grid*. Kertas kerja merupakan ukuran ruang yang disediakan untuk melakukan pemodelan.

Skala gambar merupakan perbandingan yang digunakan untuk mendefinisikan ukuran lereng sebenarnya terhadap gambar pada program. *Grid* diperlukan untuk memudahkan dalam menggambarkan titik agar tetap dengan koordinat yang diinginkan. Langkah-langkah pengaturan awal adalah sebagai berikut.

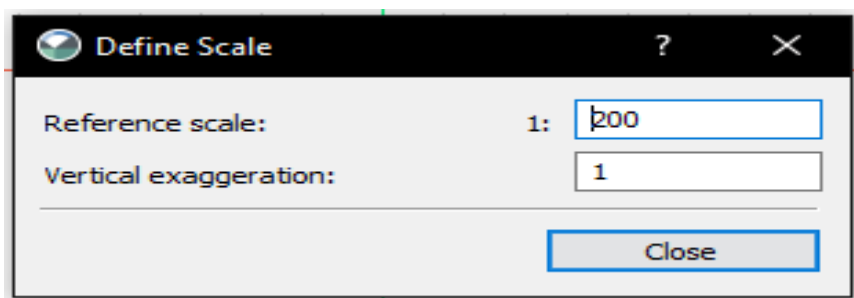
- a. Mengatur kertas kerja, dengan cara klik menu *set* kemudian klik *page*.



Gambar 4.34 Jendela pengaturan kertas kerja

(Sumber: Geostudio 2018)

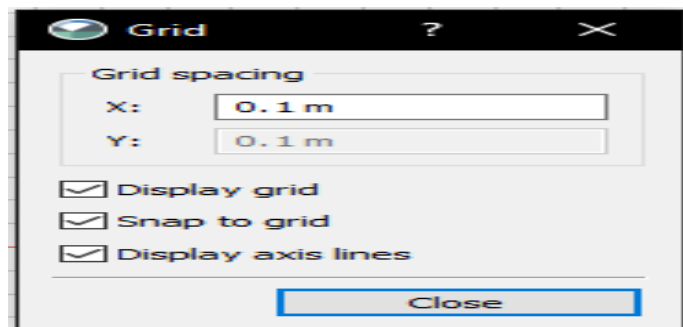
- b. Mengatur skala gambar, dengan cara klik menu utama *Define* lalu klik *scale*.



Gambar 4.35 Jendela pengaturan skala gambar

(Sumber: Geostudio 2018)

- c. Mengatur jarak *grid*, dengan cara dari menu utama *View* lalu klik *grid*



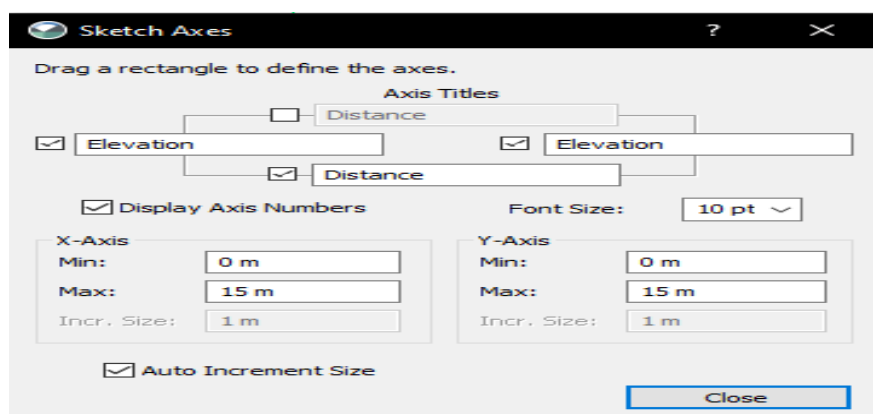
Gambar 4.36 Jendela pengaturan *grid spacing*

(Sumber: Geostudio 2018)

2. Membuat sketsa Gambar

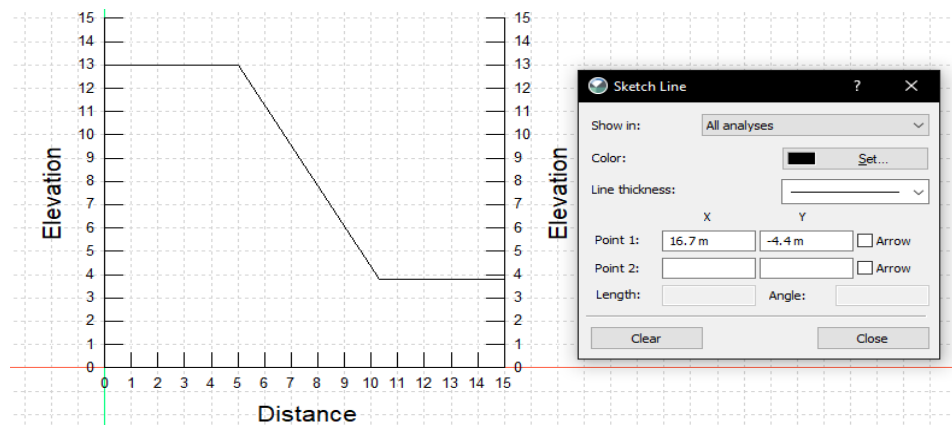
Pemodelan dimulai dengan pembuatan sketsa gambar yang merupakan representasi dari permasalahan yang akan dianalisis. Membuat sketsa gambar pada penelitian ini dilakukan dengan cara berikut.

- a. Pada menu utama *sketch* kemudian klik *axes*. Pada menu *axes* berfungsi untuk membuat parameter arah horizontal maupun vertical dalam sebuah pemodelan. Parameter arah vertikal merupakan elevasi, sedangkan arah horizontal merupakan jarak seperti yang terlihat pada Gambar 4.37.



Gambar 4.37 Jendela pengaturan *sketch axes*

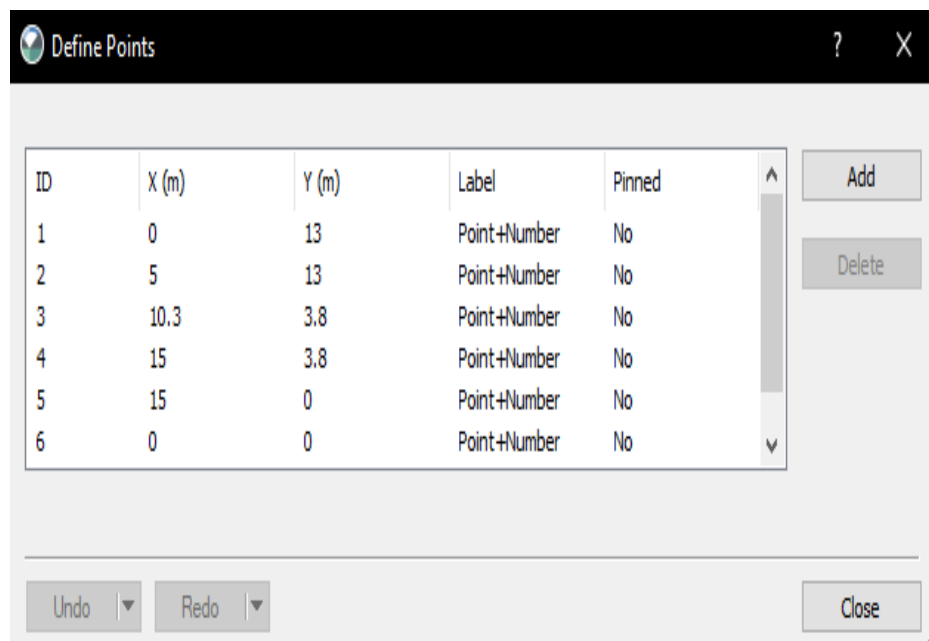
(Sumber: Geostudio 2018)



Gambar 4.38 Jendela pengaturan pemodelan lereng

(Sumber: Geostudio 2018)

- b. Pada menu utama *Define* kemudian klik *points*, yang berfungsi untuk memasukkan titik-titik koordinat sesuai dengan gambar yang diberikan oleh pihak proyek sehingga pemodelan sama dengan kondisi pada lapangan.

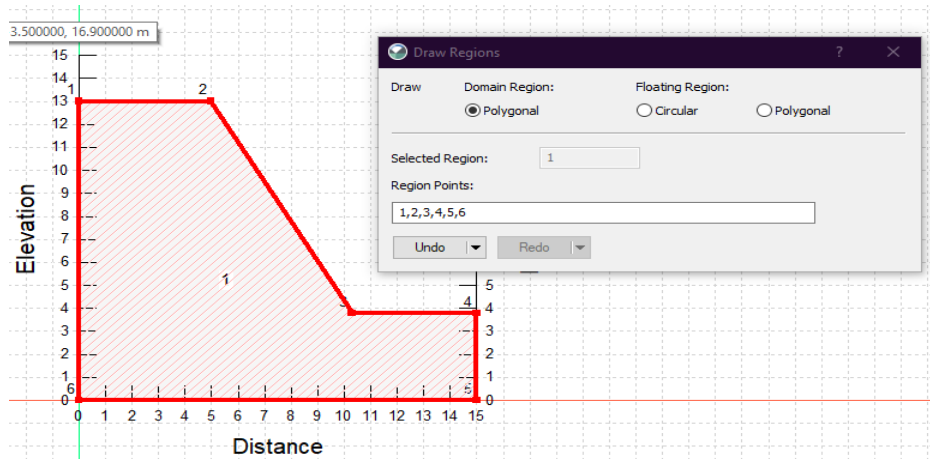


Gambar 4.39 Jendela pengaturan titik koordinat

(Sumber: Geostudio 2018)

- c. Pada menu utama *Draw* klik *Regions*, kemudian klik titik pertama yang dijadikan titik acuan dan buat garis mengelilingi lapisan tanah tersebut dan kembali ke titik pertama.

Pada penelitian ini di gambar sebanyak enam *regions* sesuai dengan kondisi di lapangan, gambar dari pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4.40.

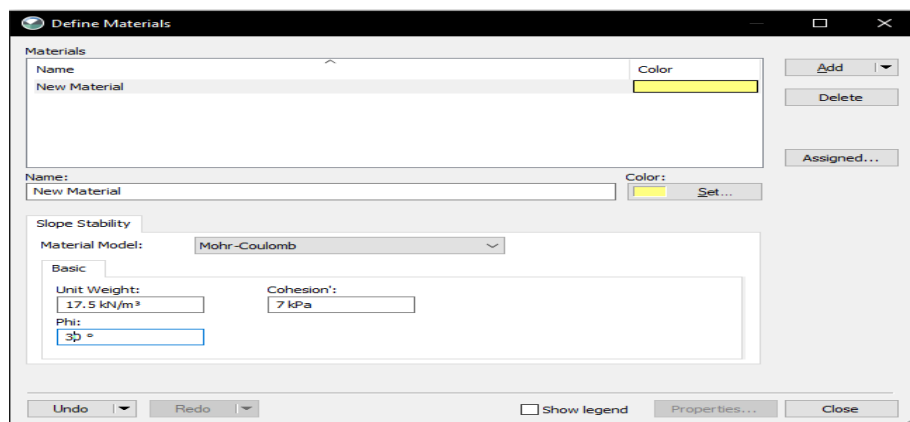


Gambar 4.40 Jendela pengaturan *draw region*

(Sumber: Geostudio 2018)

3. Memasukkan Data Tanah

Material model yang digunakan dalam proses analisis yaitu *Mohr Coulomb*. Data *input* yang diperlukan antara lain, yaitu berat volume tanah (γ), kohesi (c), dan sudut geser (Φ). Langkah untuk memasukkan data tersebut yaitu dengan cara dari tampilan menu utama *Define* klik *materials*, kemudian mengisi nilai berat volume tanah (γ), kohesi (c), dan sudut geser (Φ) sesuai dengan data.

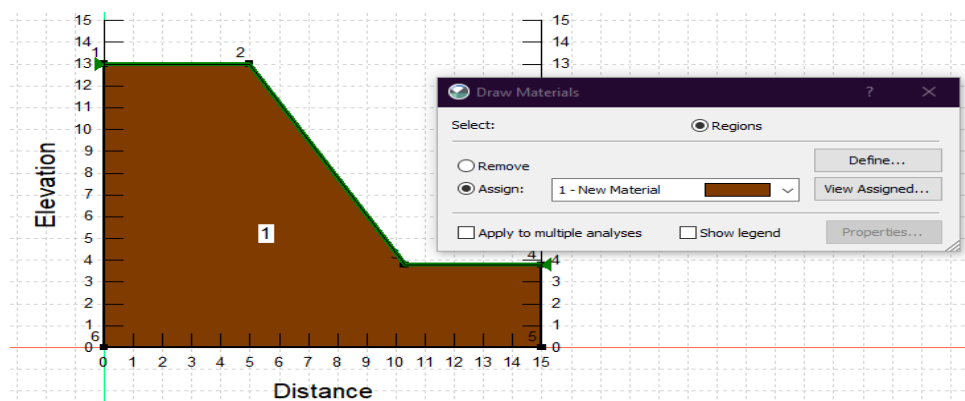


Gambar 4.41 Jendela pengaturan *define material*

(Sumber: Geostudio 2018)

4. Menentukan Lapisan Tanah

Langkah selanjutnya yaitu menentukan masing-masing lapisan tanah, adapun tahapan yang digunakan pada penelitian ini dalam menentukan tiap lapisan tanah yaitu dengan cara klik *draw* lalu pilih *materials*. Terdapat jenis tanah yang sedang diaktifkan terlihat dari jenis tanah yang ada pada *assign*, selanjutnya klik pada *regions* yang sesuai dengan parameter tanah tersebut.

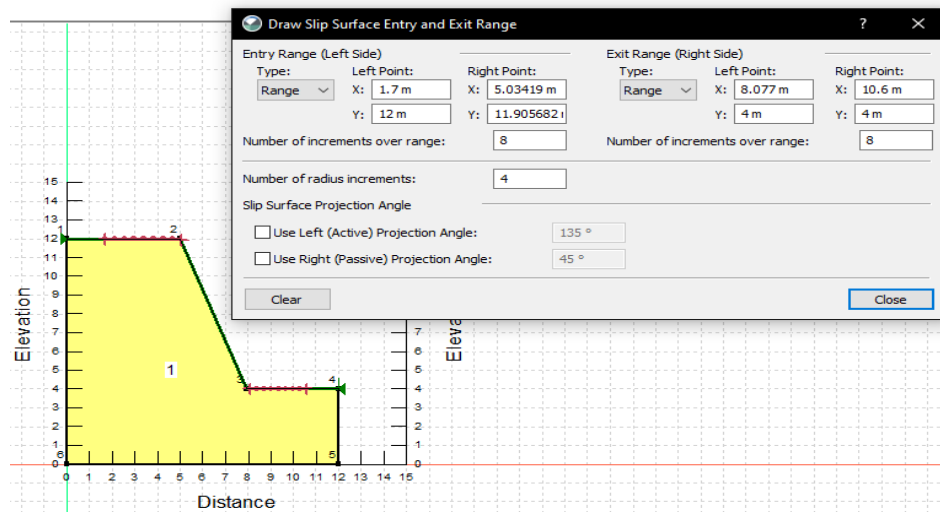


Gambar 4.42 Jendela pengaturan *draw materials*

(Sumber: Geostudio 2018)

5. Menggambar *Entry and Exit* Bidang Longsor

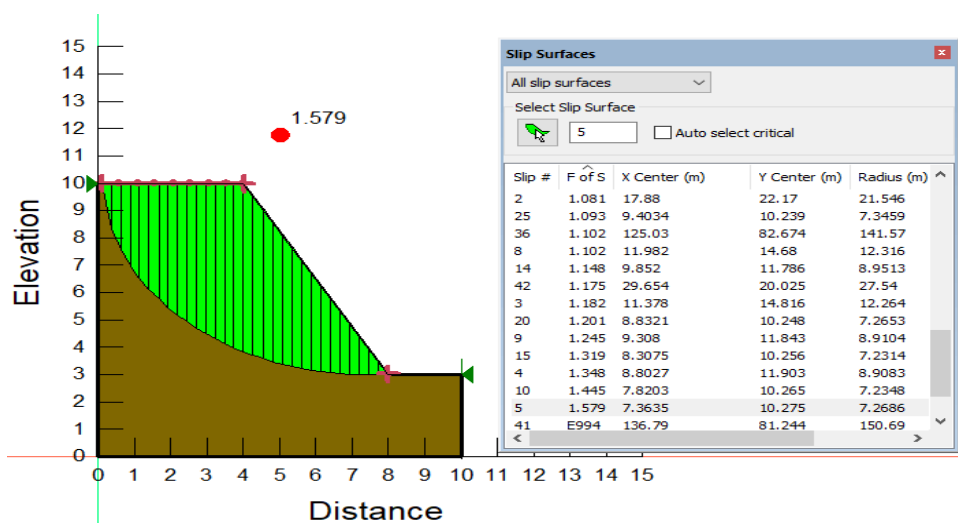
Menggambar bidang longsor pada penelitian ini menggunakan *Entry and Exit*, yaitu menentukan lokasi dimana percobaan bidang longsor kemungkinan akan masuk dan keluar dari permukaan tanah. Langkah untuk menggambar *Entry and Exit* bidang longsor yaitu dengan cara dari menu utama *draw* klik *slip surface*, kemudian pilih *Entry and Exit* dan mulai menggambar.

Gambar 4.43 Jendela pengaturan *slip surface entry and exit*

(Sumber: Geostudio 2018)

6. Solving the Problem

Solving the problem bertujuan untuk menghitung angka keamanan pada lereng berdasarkan data-data yang telah dimasukkan. Langkah untuk *solving the problem* yaitu dengan cara dari menu utama *tools* klik *solve manager*, kemudian klik *start* untuk memulai perhitungan. Ketika proses *running* program telah selesai, maka hasilnya akan menampilkan angka keamanan minimum dan jumlah *slip surface* yang dianalisis.

Gambar 4.44 Hasil *running geoslope/W*

(Sumber: Geostudio 2018)

Dari hasil analisis lereng dengan kemiringan 60° didapatkan nilai faktor keamanan (FS)

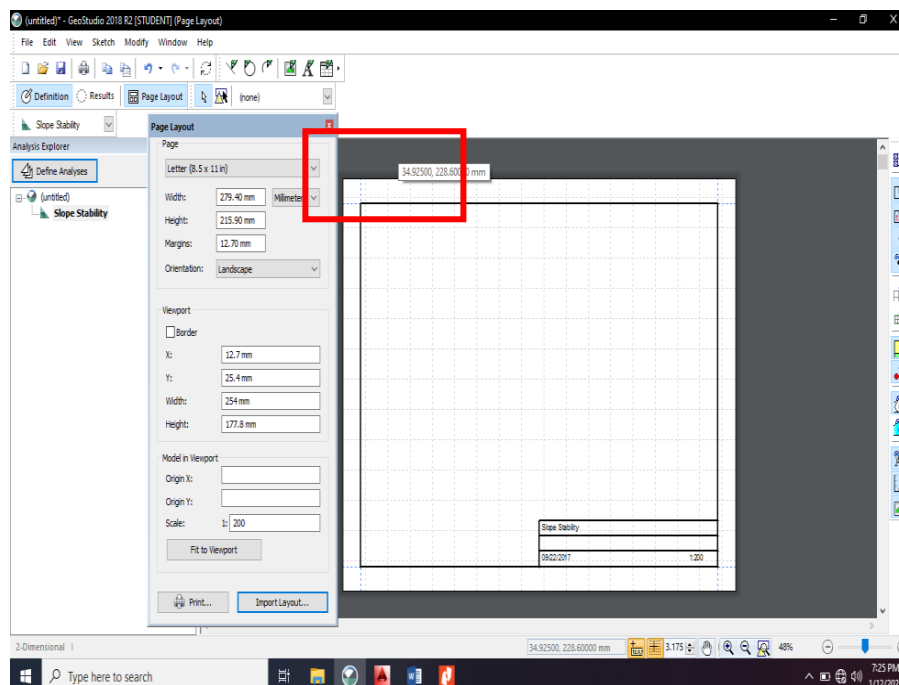
lereng FS = 1.579

4.3.5 Hasil Analisa Stabilitas Lereng Dengan Sudut 70°

1. Pengaturan awal

Pengaturan awal dalam melakukan Analisa menggunakan program *Geoslope* terdiri dari pengaturan kertas kerja, skala gambar dan jarak *grid*. Kertas kerja merupakan ukuran ruang yang disediakan untuk melakukan pemodelan. Skala gambar merupakan perbandingan yang digunakan untuk mendefinisikan ukuran lereng sebenarnya terhadap gambar pada program. *Grid* diperlukan untuk memudahkan dalam menggambarkan titik agar tetap dengan koordinat yang diinginkan. Langkah-langkah pengaturan awal adalah sebagai berikut.

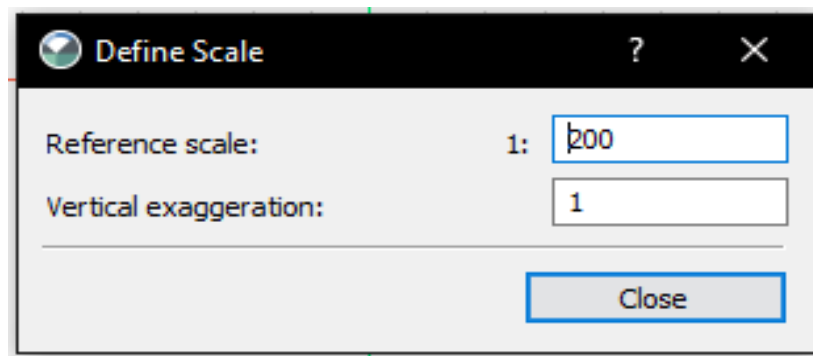
a. Mengatur kertas kerja, dengan cara klik menu *set* kemudian klik *page*.



Gambar 4.45 Jendela pengaturan kertas kerja

(Sumber: Geostudio 2018)

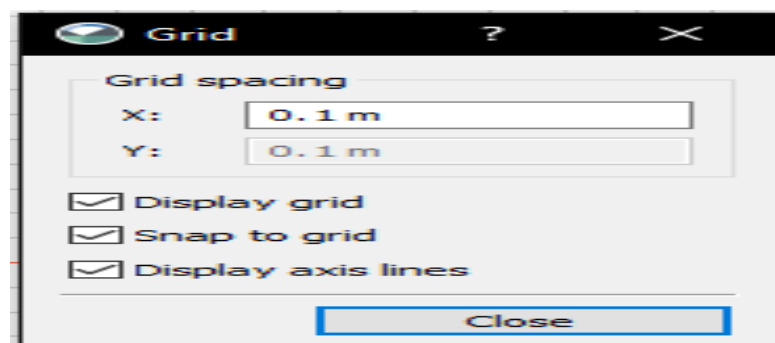
- b. Mengatur skala gambar, dengan cara klik menu utama *Define* lalu klik *scale*.



Gambar 4.46 Jendela pengaturan skala gambar

(Sumber: Geostudio 2018)

- c. Mengatur jarak *grid*, dengan cara dari menu utama *View* lalu klik *grid*



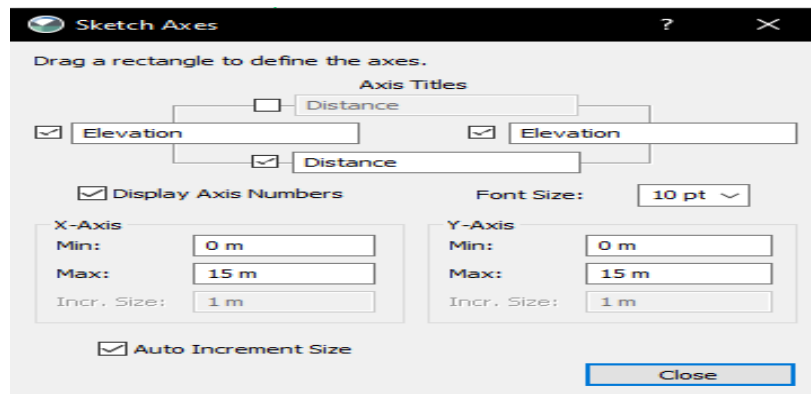
Gambar 4.47 Jendela pengaturan *grid spacing*

(Sumber: Geostudio 2018)

2. Membuat sketsa Gambar

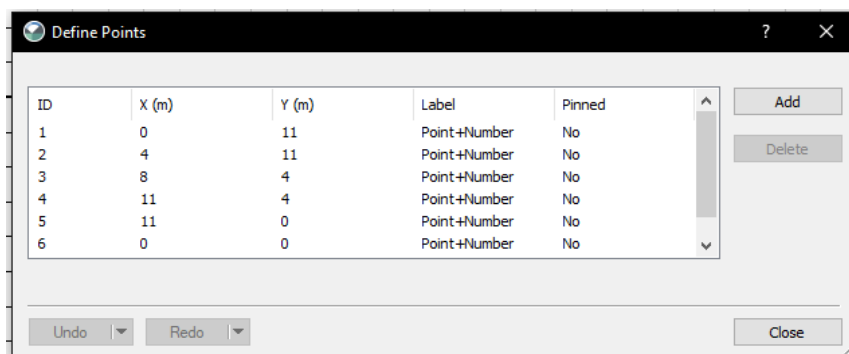
Pemodelan dimulai dengan pembuatan sketsa gambar yang merupakan representasi dari permasalahan yang akan dianalisis. Membuat sketsa gambar pada penelitian ini dilakukan dengan cara berikut.

- a. Pada menu utama *sketch* kemudian klik *axes*. Pada menu *axes* berfungsi untuk membuat parameter arah horizontal maupun vertical dalam sebuah pemodelan. Parameter arah vertikal merupakan elevasi, sedangkan arah horizontal merupakan jarak seperti yang terlihat pada Gambar 4.48.

Gambar 4.48 Jendela pengaturan *sketch axes*

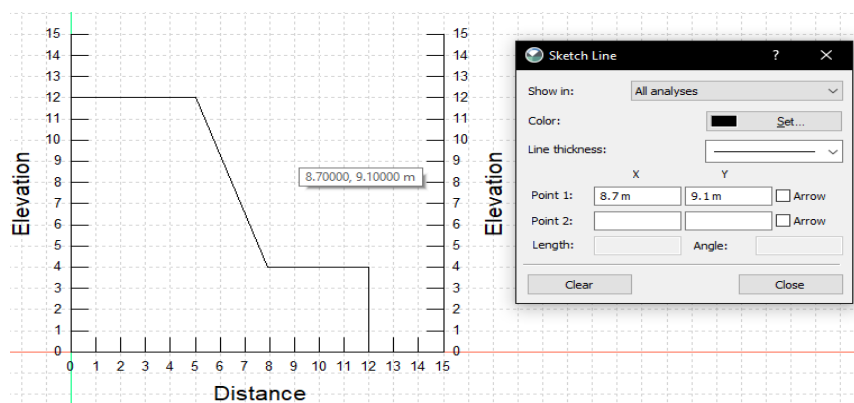
(Sumber: Geostudio 2018)

- b. Pada menu utama *Define* kemudian klik *points*, yang berfungsi untuk memasukkan titik-titik koordinat sesuai dengan gambar yang diberikan oleh pihak proyek sehingga pemodelan sama dengan kondisi pada lapangan.



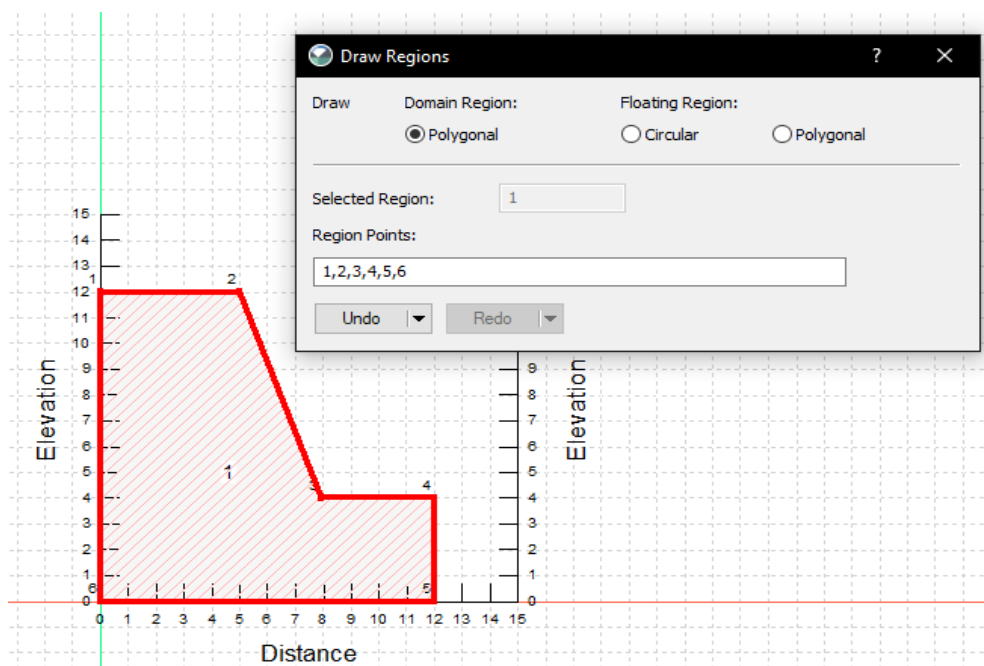
Gambar 4.49 Jendela pengaturan titik koordinat

(Sumber: Geostudio 2018)

Gambar 4.50 Jendela pengaturan *sketch line*

(Sumber: Geostudio 2018)

- c. Pada menu utama *Draw* klik *Regions*, kemudian klik titik pertama yang dijadikan titik acuan dan buat garis mengelilingi lapisan tanah tersebut dan kembali ke titik pertama. Pada penelitian ini di gambar sebanyak enam *regions* sesuai
- d. Dengan kondisi dilapangan, gambar dari permodelan dapat dilihat pada gambar 4.51.

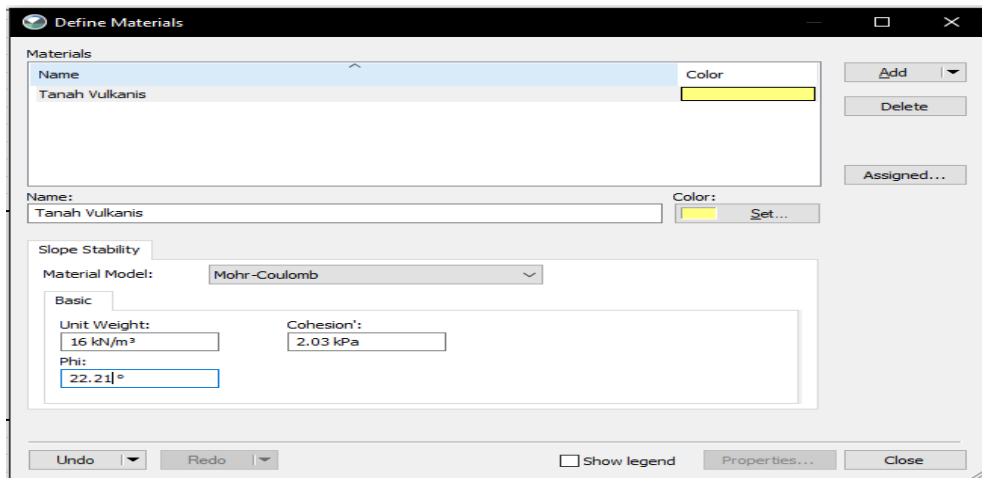


Gambar 4.51 Jendela pengaturan *draw region*

(Sumber: Geostudio 2018)

3. Memasukkan Data Tanah

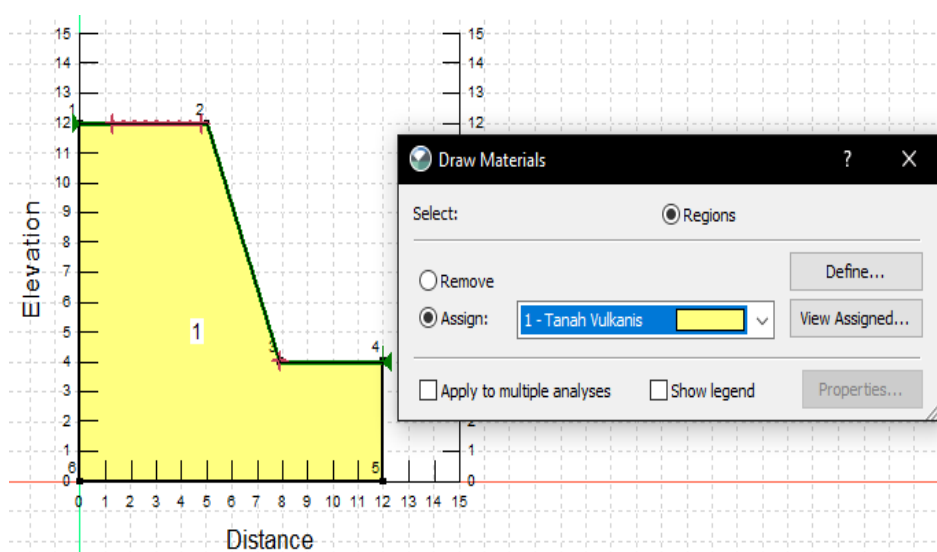
Material model yang digunakan dalam proses analisis yaitu *Mohr Coulomb*. Data *input* yang diperlukan antara lain, yaitu berat volume tanah (γ), kohesi (c), dan sudut geser (Φ). Langkah untuk memasukkan data tersebut yaitu dengan cara dari tampilan menu utama *Define* klik *materials*, kemudian mengisi nilai berat volume tanah (γ), kohesi (c), dan sudut geser (Φ) sesuai dengan data.

Gambar 4.52 Jendela pengaturan *define material*

(Sumber: Geostudio 2018)

4. Menentukan Lapisan Tanah

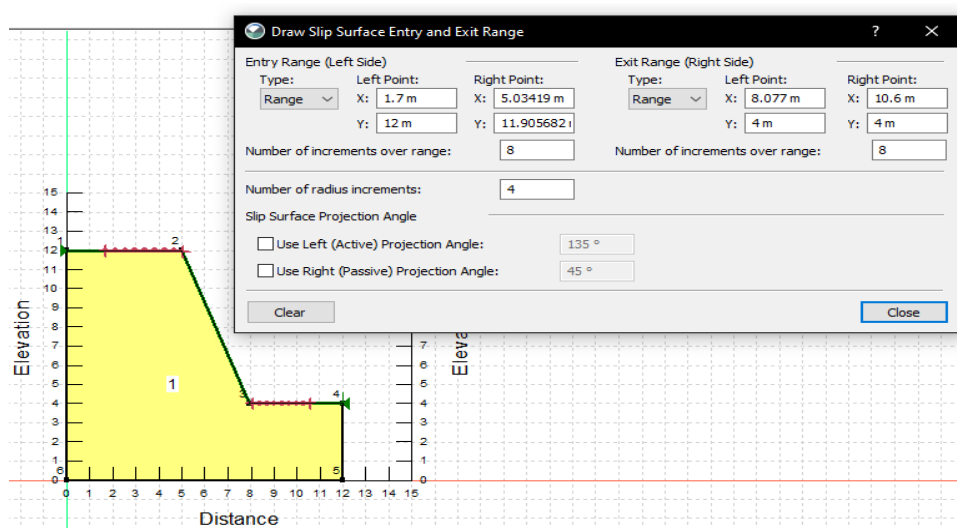
Langkah selanjutnya yaitu menentukan masing-masing lapisan tanah, adapun tahapan yang digunakan pada penelitian ini dalam menentukan tiap lapisan tanah yaitu dengan cara klik *draw* lalu pilih *materials*. Terdapat jenis tanah yang sedang diaktifkan terlihat dari jenis tanah yang ada pada *assign*, selanjutnya klik pada *regions* yang sesuai dengan parameter tanah tersebut.

Gambar 4.53 Jendela pengaturan *draw materials*

(Sumber: Geostudio 2018)

5. Menggambar *Entry and Exit* Bidang Longsor

Menggambar bidang longsor pada penelitian ini menggunakan *Entry and Exit*, yaitu menentukan lokasi dimana percobaan bidang longsor kemungkinan akan masuk dan keluar dari permukaan tanah. Langkah untuk menggambar *Entry and Exit* bidang longsor yaitu dengan cara dari menu utama *draw* klik *slip surface*, kemudian pilih *Entry and Exit* dan mulai menggambar.

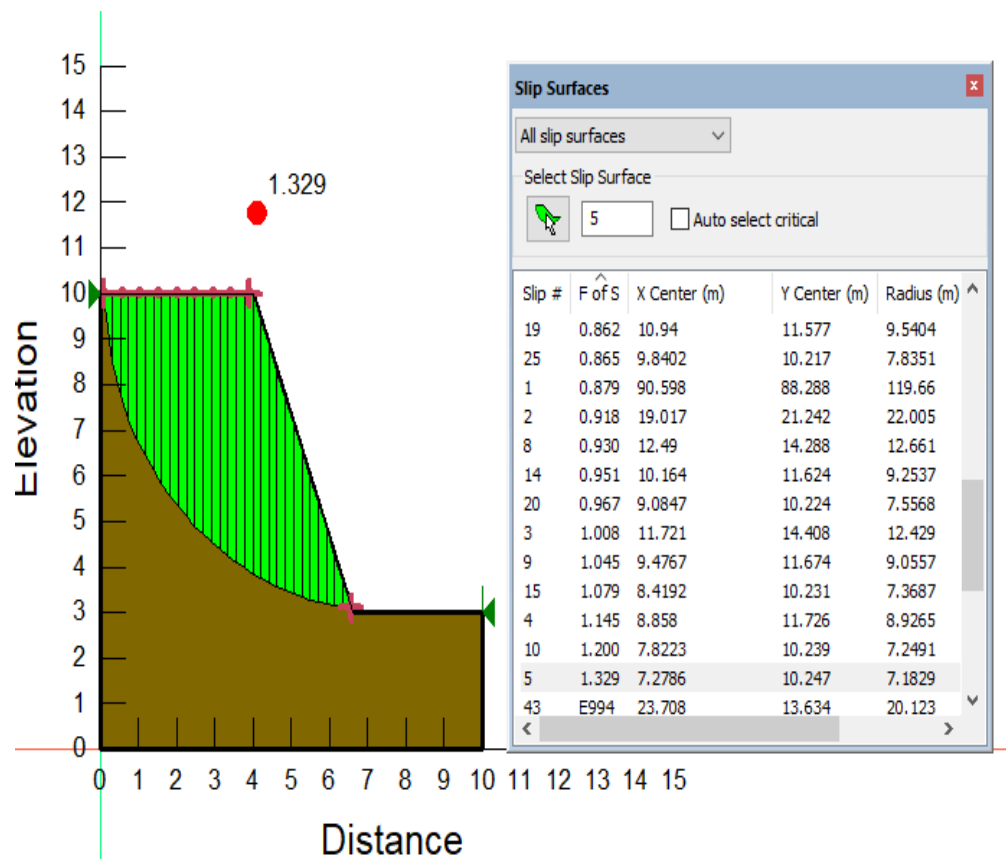


Gambar 4.54 Jendela pengaturan *slip surface entry and exit*

(Sumber: Geostudio 2018)

6. *Solving the Problem*

Solving the problem bertujuan untuk menghitung angka keamanan pada lereng berdasarkan data-data yang telah dimasukkan. Langkah untuk *solving the problem* yaitu dengan cara dari menu utama *tools* klik *solve manager*, kemudian klik *start* untuk memulai perhitungan. Ketika proses *running* program telah selesai, maka hasilnya akan menampilkan angka keamanan minimum dan jumlah *slip surface* yang dianalisis.

Gambar 4.55 Jendela hasil *running*

(Sumber: Geostudio 2018)

Dari hasil analisis lereng dengan kemiringan 70° didapatkan nilai faktor keamanan (FS)

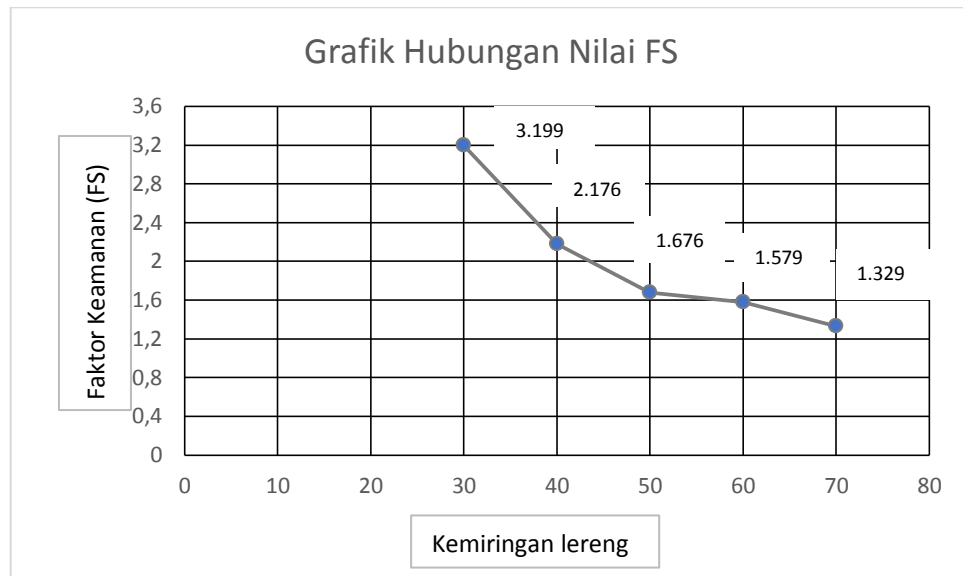
lereng FS = 1.329

Tabel 4.5 Hasil Analisa Stabilitas Lereng dengan berbagai variasi Sudut

No	Kemiringan Lereng (α)	Satuan (derajat)	FS
1	30	°	3.199
2	40	°	2.176
3	50	°	1.676
4	60	°	1.579
5	70	°	1.329

(Sumber: Geostudio 2018)

4.3.6 Grafik Hubungan Nilai FS



(Sumber: perhitungan excel)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada skripsi ini telah di Analisa *safety factor* sebuah lereng dengan berbagai macam kemiringan (α), menggunakan Program *Geoslope/W* dengan sampel tanah vulkanis (tanah berpasir) tanpa perkuatan, maka hasil dari analisisnya antara lain:

1. Semakin besar kemiringan suatu lereng dengan sampel tanah vulkanis maka *safety* faktornya aman dan kondisi lereng tersebut dinyatakan aman dari terjadinya longsor (stabil), Dan semakin kecil kemiringan suatu lereng dengan sampel tanah vulkanis maka *safety* faktornya semakin besar dan kondisi lereng tersebut dalam keadaan aman (lebih stabil).
2. Dari hasil analisis dengan *Geoslope/W* maka didapatkan nilai faktor keamanan sebagai berikut:
 1. Kemiringan lereng 30° = 3.199
 2. Kemiringan lereng 40° = 2.176
 3. Kemiringan lereng 50° = 1.676
 4. Kemiringan lereng 60° = 1.579
 5. Kemiringan lereng 70° = 1.329

5.2 Saran

Penelitian yang dilakukan penulis tentang Analisa stabilitas lereng galian kalumata. Peneliti tidak meneliti sampai perkuatan lereng. Perkuatan lereng perlu dilakukan untuk memberi keamanan suatu lereng bagi masyarakat setempat. Untuk itu peneliti

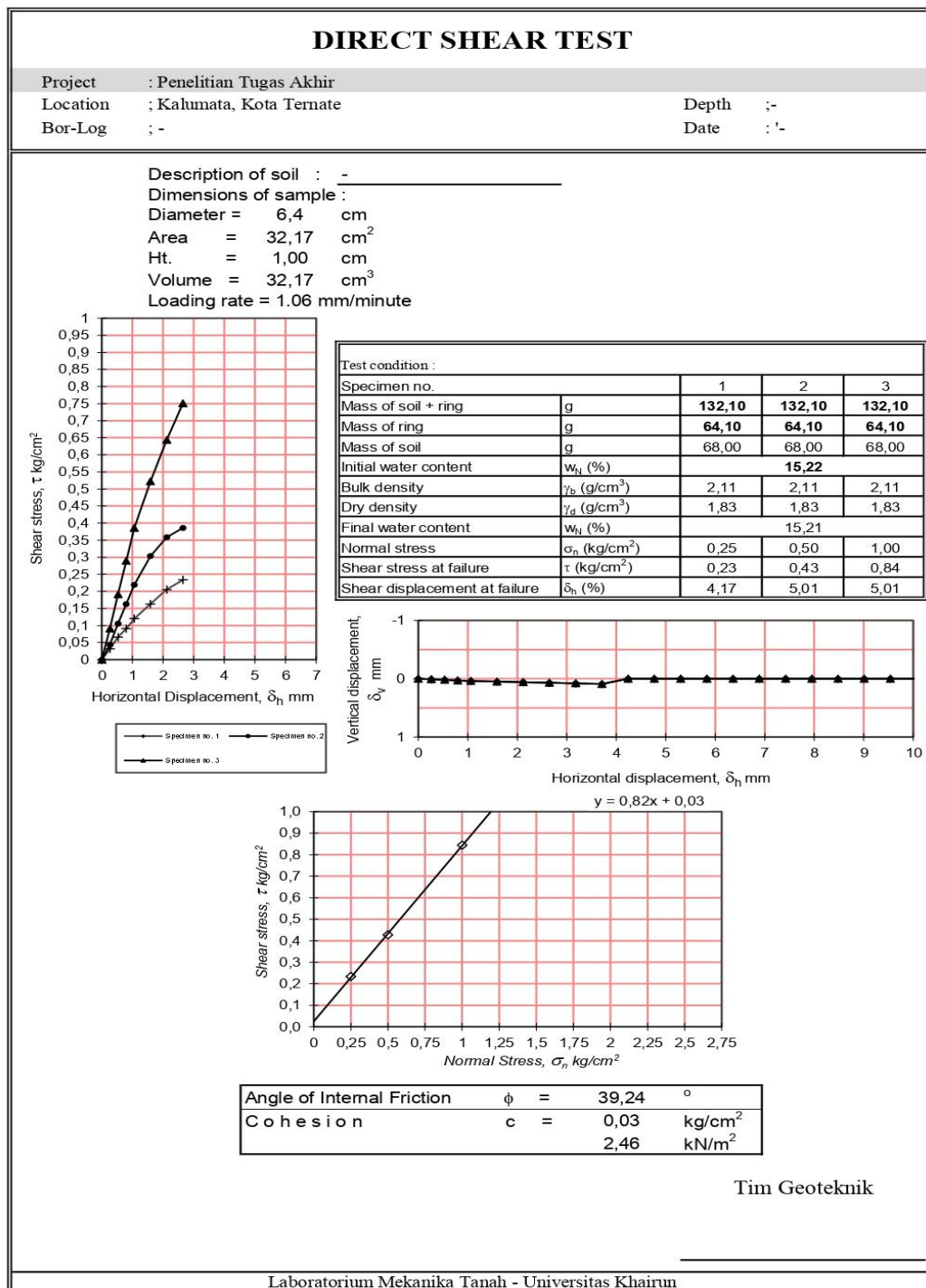
selanjutnya, peneliti menyarankan perlu dilakukan penelitian tentang perkuatan lereng galian kalumata dengan menggunakan *Geoslope/W*.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhwan, S., & Eko, E. W. (2016). *Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Program Plaxis, Slope/w, Dan Metode Bishop. Skripsi*. Universitas Islam Sultan Agung Institutional Repository. Semarang
- Bayu, D. U. (2010). *Analisa Stabilitas Lereng Dengan Metode Equilibrium Studi Kasus Lereng Cipilarang*. Depok.
- Diana, dkk. (2016). *Analisis Stabilitas Lereng Tanah Berbutir Kasar dengan Uji Model Fisik*. Bandung.
- Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. (1995). *Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga, 1–291.
- Das, B.M, Advanced Soil Mechanics, McGraw-Hill, New York, 1983.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I Jilid III*. Gadjah Mada University Press, 1-397. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2003). *Mekanika Tanah II*. Gadjah Mada University Press, 91(5), 1–398. Yogyakarta.
- Kusuma, Dwi. (2013). “kestabilan lereng terhadap bahaya longsor <https://dwikusumadpu.wordpress.com/2013/02/13/kestabilan-lereng-terhadap-bahaya-longsor/>. Diakses pada tanggal 8 Juni 2022
- Rusdi, S. *Desain Konstruksi Terasering Lereng Galian Material Kalumata Dengan Sistem Perkuatan Geotextile*. Ternate
- Tati, A. et al. (2017). *Analisis Stabilitas Lereng Area Timbunan Menggunakan Metoda Kesetimbangan Batas Pada Tambang Terbuka Batu Bara*. http://buletinsdg.geologi.esdm.go.id/index.php/bsdg/article/download/BSDG_VOL_12_NO_3_2017_2/pdf. Diakses pada tanggal 25 Februari 2021
- Tjie Liing, Gouw dan Juven Dave. 2012. “Analisis Stabilitas Lereng *Limit Equilibrium* dan *Finite Element*” dalam Jurnal *HATTI-PIT-XVI* 2012, 4-5 Dec 2012, Hotel Borobudur, Jakarta: Universitas Bina Nusantara.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Perhitungan Geser Langsung



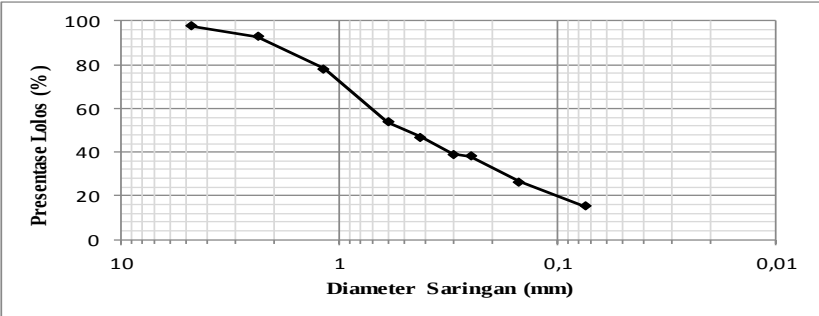
Lampiran 2. Data Perhitungan Berat Volume

UJI BERAT ISI																																									
Project : Penelitian Tugas Akhir Location : Kalumata Galian, Kota Ternate																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 5%;">No</th> <th colspan="2" rowspan="2" style="width: 45%;">Uji Berat Isi (Kepadatan)</th> <th colspan="2" style="width: 50%;">Sampel</th> </tr> <tr> <th style="width: 25%;">A</th> <th style="width: 25%;">B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Berat selinder</td> <td>w1 (gram)</td> <td>47,40</td> <td>47,90</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Berat selinder + Tanah</td> <td>w2 (gram)</td> <td>260,30</td> <td>260,30</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Berat Tanah</td> <td>w2-w1 (W) (gram)</td> <td>212,90</td> <td>212,40</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Volume selinder</td> <td>V (cm3)</td> <td>100,14</td> <td>100,14</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Kepadatan</td> <td>W/V (gram/cm3)</td> <td>2,13</td> <td>2,12</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Kepadatan rata-rata</td> <td>δ (gram/cm3)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">2,1</td> </tr> </tbody> </table> Tim Geoteknik _____					No	Uji Berat Isi (Kepadatan)		Sampel		A	B	1	Berat selinder	w1 (gram)	47,40	47,90	2	Berat selinder + Tanah	w2 (gram)	260,30	260,30	3	Berat Tanah	w2-w1 (W) (gram)	212,90	212,40	4	Volume selinder	V (cm3)	100,14	100,14	5	Kepadatan	W/V (gram/cm3)	2,13	2,12	6	Kepadatan rata-rata	δ (gram/cm3)	2,1	
No	Uji Berat Isi (Kepadatan)		Sampel																																						
			A	B																																					
1	Berat selinder	w1 (gram)	47,40	47,90																																					
2	Berat selinder + Tanah	w2 (gram)	260,30	260,30																																					
3	Berat Tanah	w2-w1 (W) (gram)	212,90	212,40																																					
4	Volume selinder	V (cm3)	100,14	100,14																																					
5	Kepadatan	W/V (gram/cm3)	2,13	2,12																																					
6	Kepadatan rata-rata	δ (gram/cm3)	2,1																																						
Laboratorium Mekanika Tanah - Fakultas Teknik, Universitas Khairun																																									

Lampiran 3. Data Perhitungan Kadar Air

UJI KADAR AIR LAPANGAN																																																		
Project : <i>Penelitian Tugas Akhir</i> Location : Kalumata, Kota Ternate No. LOG : - Date : Mei 2022 Depth : - Tested by : Devansah Abd. Malik																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 20px auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: left;">Nomor Sampel</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">1</th> </tr> <tr> <th colspan="3" style="text-align: left;">Nomor Container</th> <th style="text-align: center;">I</th> <th style="text-align: center;">II</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 40%;">Berat Cawan</td> <td style="width: 10%;">M1</td> <td style="width: 10%;">Gram</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">12,8</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">13,5</td> </tr> <tr> <td>Berat Cawan + Tanah Basah</td> <td>M2</td> <td>Gram</td> <td style="text-align: center;">47,6</td> <td style="text-align: center;">54,2</td> </tr> <tr> <td>Berat Cawan + Tanah Kering</td> <td>M3</td> <td>Gram</td> <td style="text-align: center;">43</td> <td style="text-align: center;">48,8</td> </tr> <tr> <td>Berat Air (Ww)</td> <td>M2 - M3</td> <td>Gram</td> <td style="text-align: center;">4,6</td> <td style="text-align: center;">5,37</td> </tr> <tr> <td>Berat Tanah Kering (Ws)</td> <td>M3 - M1</td> <td>Gram</td> <td style="text-align: center;">30,2</td> <td style="text-align: center;">35,3</td> </tr> <tr> <td>Kadar Air (w2)</td> <td>$(W_w / W_s) \times 100\%$</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">15,23</td> <td style="text-align: center;">15,21</td> </tr> <tr> <td>Kadar Air Rata-Rata</td> <td>$(w_2 + w_2) / 2$</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">15,22</td> </tr> </tbody> </table> Tim Geotek, Unkhair 						Nomor Sampel			1		Nomor Container			I	II	Berat Cawan	M1	Gram	12,8	13,5	Berat Cawan + Tanah Basah	M2	Gram	47,6	54,2	Berat Cawan + Tanah Kering	M3	Gram	43	48,8	Berat Air (Ww)	M2 - M3	Gram	4,6	5,37	Berat Tanah Kering (Ws)	M3 - M1	Gram	30,2	35,3	Kadar Air (w2)	$(W_w / W_s) \times 100\%$	%	15,23	15,21	Kadar Air Rata-Rata	$(w_2 + w_2) / 2$	%	15,22	
Nomor Sampel			1																																															
Nomor Container			I	II																																														
Berat Cawan	M1	Gram	12,8	13,5																																														
Berat Cawan + Tanah Basah	M2	Gram	47,6	54,2																																														
Berat Cawan + Tanah Kering	M3	Gram	43	48,8																																														
Berat Air (Ww)	M2 - M3	Gram	4,6	5,37																																														
Berat Tanah Kering (Ws)	M3 - M1	Gram	30,2	35,3																																														
Kadar Air (w2)	$(W_w / W_s) \times 100\%$	%	15,23	15,21																																														
Kadar Air Rata-Rata	$(w_2 + w_2) / 2$	%	15,22																																															
Laboratorium Mekanika Tanah - Fakultas Teknik, Universitas Khairun																																																		

Lampiran 4. Data Perhitungan Analisa Saringan

UJI ANALISA SARINGAN																																																																																																	
Project : Penelitian Tugas Akhir Location : 0 No. LOG : 0 Depth : 0																																																																																																	
				Date : Tested by : Devansah Abd.Malik																																																																																													
Berat Sampel : 300,1 Gram <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Saringan</th> <th>Diameter (mm)</th> <th>Berat tertahan (gram)</th> <th>Berat kumulatif (gram)</th> <th colspan="2">Persen (%)</th> </tr> <tr> <th>No</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Tertahan</th> <th>Lolos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>4,75</td><td>7,5</td><td>7,5</td><td>2,50</td><td>97,50</td></tr> <tr><td>8</td><td>2,36</td><td>14</td><td>21,5</td><td>7,16</td><td>92,84</td></tr> <tr><td>16</td><td>1,18</td><td>44,3</td><td>65,8</td><td>21,93</td><td>78,07</td></tr> <tr><td>30</td><td>0,6</td><td>72,5</td><td>138,3</td><td>46,08</td><td>53,92</td></tr> <tr><td>40</td><td>0,425</td><td>21,3</td><td>159,6</td><td>53,18</td><td>46,82</td></tr> <tr><td>50</td><td>0,3</td><td>23,6</td><td>183,2</td><td>61,05</td><td>38,95</td></tr> <tr><td>60</td><td>0,25</td><td>2,7</td><td>185,9</td><td>61,95</td><td>38,05</td></tr> <tr><td>100</td><td>0,15</td><td>34,5</td><td>220,4</td><td>73,44</td><td>26,56</td></tr> <tr><td>200</td><td>0,075</td><td>34,1</td><td>254,5</td><td>84,81</td><td>15,19</td></tr> <tr><td>Pan</td><td>-</td><td>45,6</td><td>300,1</td><td>100,00</td><td>0,00</td></tr> </tbody> </table>  <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">Finer # 200</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">=</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">15,19</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">%</td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td>Gravel</td> <td style="text-align: center;">=</td> <td style="text-align: center;">2,50</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sand</td> <td style="text-align: center;">=</td> <td style="text-align: center;">82,31</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Silt/Clay</td> <td style="text-align: center;">=</td> <td style="text-align: center;">15,19</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td></td> </tr> </table> Tim Geotek, Unkhair 						Saringan	Diameter (mm)	Berat tertahan (gram)	Berat kumulatif (gram)	Persen (%)		No				Tertahan	Lolos	4	4,75	7,5	7,5	2,50	97,50	8	2,36	14	21,5	7,16	92,84	16	1,18	44,3	65,8	21,93	78,07	30	0,6	72,5	138,3	46,08	53,92	40	0,425	21,3	159,6	53,18	46,82	50	0,3	23,6	183,2	61,05	38,95	60	0,25	2,7	185,9	61,95	38,05	100	0,15	34,5	220,4	73,44	26,56	200	0,075	34,1	254,5	84,81	15,19	Pan	-	45,6	300,1	100,00	0,00	Finer # 200	=	15,19	%		Gravel	=	2,50	%		Sand	=	82,31	%		Silt/Clay	=	15,19	%	
Saringan	Diameter (mm)	Berat tertahan (gram)	Berat kumulatif (gram)	Persen (%)																																																																																													
No				Tertahan	Lolos																																																																																												
4	4,75	7,5	7,5	2,50	97,50																																																																																												
8	2,36	14	21,5	7,16	92,84																																																																																												
16	1,18	44,3	65,8	21,93	78,07																																																																																												
30	0,6	72,5	138,3	46,08	53,92																																																																																												
40	0,425	21,3	159,6	53,18	46,82																																																																																												
50	0,3	23,6	183,2	61,05	38,95																																																																																												
60	0,25	2,7	185,9	61,95	38,05																																																																																												
100	0,15	34,5	220,4	73,44	26,56																																																																																												
200	0,075	34,1	254,5	84,81	15,19																																																																																												
Pan	-	45,6	300,1	100,00	0,00																																																																																												
Finer # 200	=	15,19	%																																																																																														
Gravel	=	2,50	%																																																																																														
Sand	=	82,31	%																																																																																														
Silt/Clay	=	15,19	%																																																																																														
Laboratorium Mekanika Tanah - Fakultas Teknik, Universitas Khairun																																																																																																	

Lampiran 5. Dokumentasi pengujian Geser Langsung



Lampiran 6. Dokumentasi Pengujian Berat Isi



Lampiran 7. Pengambilan Sampel Tanah

