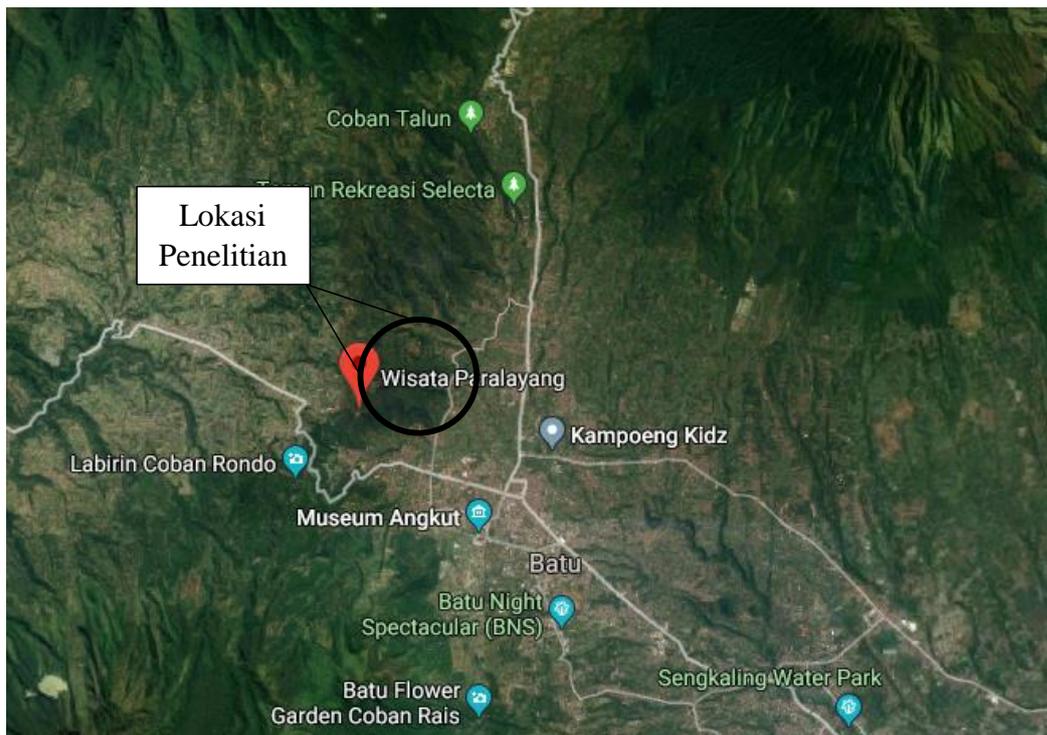


## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Gunung Banyak Batu, Jawa Timur. Pujon merupakan jalur yang menghubungkan Kota Malang dengan Kediri maupun Malang dengan Jombang. Jalur Pujon banyak terdapat lereng yang membahayakan sehingga rawan terjadinya bencana alam. Pujon juga merupakan daerah yang tanahnya adalah tanah residual, yaitu tanah yang terbentuk akibat dari sedimentasi batuan yang ada di daerah tersebut.



*Gambar 3.1* Lokasi Penelitian

#### **3.2. Pengambilan Data**

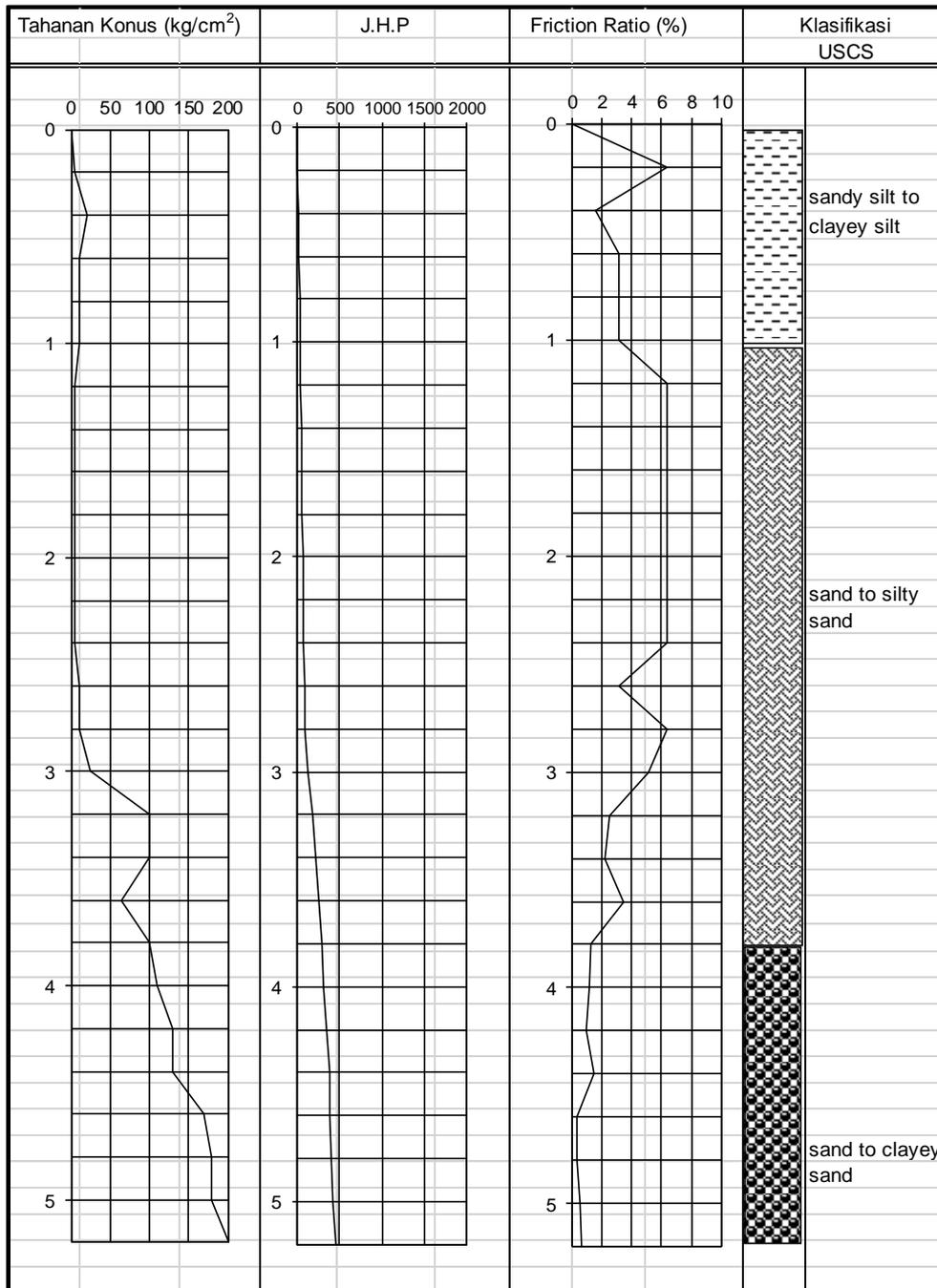
Data diambil menggunakan data sekunder, yang mana pengertian dari data sekunder adalah sumber data yang didapatkan melalui media perantara atau tidak dilakukan sendiri oleh peneliti. Data sekunder dapat berupa buku, catatan, penelitian sebelumnya, bukti yang telah ada, maupun arsip yang telah dipublikasikan ataupun tidak dipublikasikan.

Pada penelitian ini digunakan data sekunder berupa penelitian sebelumnya yang dilakukan di daerah tempat penelitian. Adapun data-data yang digunakan adalah sebagai berikut ini

### 3.2.1. Data Lapangan

#### a. Sondir

Pekerjaan sondir dilakukan di lapangan untuk mengetahui kedalaman tanah keras serta untuk mengetahui penetrasi konus dari tanah tersebut. Sondir dilakukan di lapangan sebanyak 2 titik, namun untuk pekerjaan Boring dan SPT hanya dilakukan 1 titik. Sehingga untuk data sondir hanya diambil pada titik yang sama dengan Boring dan SPT. Hasil dari pengujian sondir adalah sebagai berikut ini

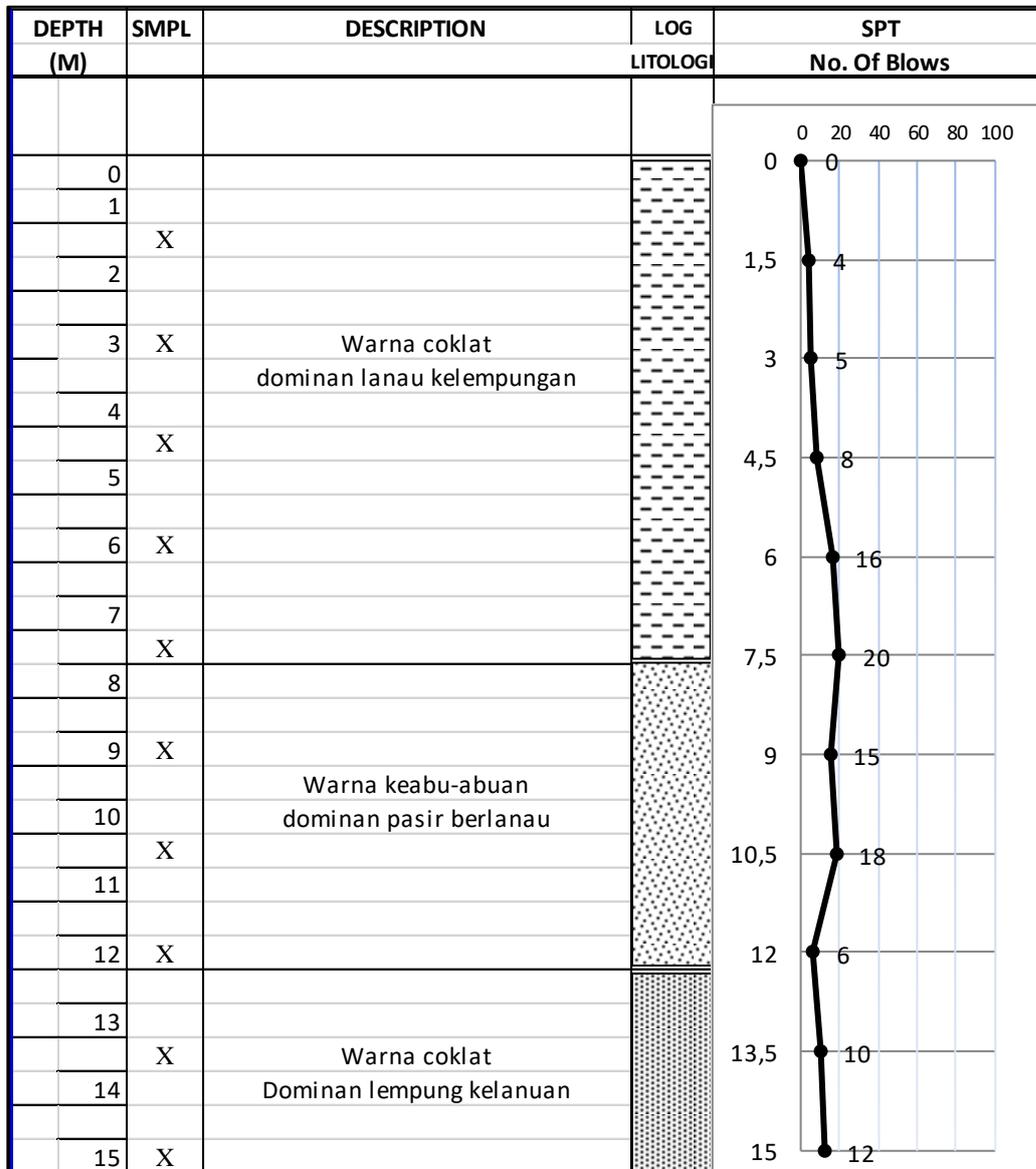


Gambar 3.2 Hasil sondir

Sumber: Tim Geolistrik, 2015

### b. Boring dan SPT

Untuk dapat menganalisis stabilitas lereng, diperlukan analisis tanah/batuan sehingga dilakukan pengeboran tanah. Tujuannya untuk mendapatkan contoh dan penampang tanah/batuan yang selanjutnya dapat diketahui jenis/batuan bawah permukaan secara pasti. Pada saat pengeboran berlangsung, dilakukan juga pengujian SPT (Standart Penetration Test) yang bertujuan untuk mengetahui parameter daya dukung tanah. Berikut ini adalah ringkasan hasil dari Boring dan SPT di lokasi penelitian



Gambar 3.3 Hasil boring dan SPT

Sumber: Tim Geolistrik, 2015

### 3.2.2. Data Laboratorium

Tanah yang diambil dari lokasi penelitian dibawa ke laboratorium mekanika tanah untuk dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan besaran parameter tanah tersebut. Pengujian yang dilakukan di laboratorium yaitu berupa :

#### a. Pemeriksaan Kadar Air

Tujuan dari pemeriksaan kadar air adalah untuk mengetahui seberapa besar kadar air yang terkandung dalam sampel tanah tersebut. Percobaan yang telah dilakukan di laboratorium diperoleh data kadar air tanah sebagai berikut

Tabel 3.1  
Hasil Pemeriksaan Kadar Air

Kedalaman (m)	Kadar Air (%)
2-2,5	26,54
3,5-4	38,68
5-5,5	58,74
8-8,5	63,02
9,5-10	21,67
11-11,5	71,22
14-14,5	94,53

#### b. Pengujian Density Test

Tujuan dari pengujian kepadatan tanah (density test) adalah untuk mengetahui berapa parameter tanah. Hasil pengujian kepadatan tanah (density test) adalah sebagai berikut

Tabel 3.2  
Hasil Pemeriksaan Density Test

Kedalaman (m)	Parameter					Klasifikasi USCS
	$\gamma_d$	Isi Pori	Derajat Kejujahan	Porositas	$\gamma$	
	gr/cm <sup>3</sup>		(%)		(%)	
2-2,5	1,5183	4,95	90,88	45,84	1,9353	SM
3,5-4	1,302	5,47	92,27	50,62	1,7693	SM
5-5,5	0,985	6,61	90,48	61,43	1,5403	SM
8-8,5	0,8823	7,28	80,28	67,4	1,4233	SM
9,5-10	1,494	5,22	61,8	48,3	1,7927	SM
11-11,5	0,699	7,78	69,51	72,02	1,2003	SM
14-14,5	0,6273	8,16	78,63	75,55	1,2213	SM

#### c. Pengujian Specific Gravity

Tujuan dari pengujian Specific Gravity adalah untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lolos saringan no. 40 dengan piknometer. Hasil pengujian Specific Gravity adalah sebagai berikut

Tabel 3.3  
Hasil Pemeriksaan Specific Gravity

Kedalaman (m)	GS
2-2,5	2,804
3,5-4	2,637
5-5,5	2,553
8-8,5	2,706
9,5-10	2,89
11-11,5	2,501
14-14,5	2,567

#### d. Pengujian batas-batas Atterberg

Tabel 3.4  
Hasil Pemeriksaan Batas Atterberg

Kedalaman (m)	LL (%)	PL (%)	PI (%)
2-2,5	28,41	25,55	2,86
11-11,5	65,52	63,21	2,3
14-14,5	72,13	68,54	3,59

#### e. Pengujian Direct Shear

Percobaan ini bertujuan untuk menentukan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ). Hasil pengujian pada tiap sampel menghasilkan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) adalah sebagai berikut

Tabel 3.5  
Hasil Pemeriksaan Direct Shear

Kedalaman m	Kohesi kg/cm <sup>2</sup>	Sudut Geser Dalam °
2-2,5	0,155	24,986
3,5-4	0,066	21,146
8-8,5	0,0867	37,722
9,5-10	0,1307	38,443
11-11,5	0,155	24,986
14-14,5	0,0928	40,394

#### f. Pengujian Triaxial

Pengujian triaxial dilakukan bertujuan untuk mendapatkan nilai parameter tanah berupa kohesi (c) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ). Sampel pada kedalaman 5-5,5 m dilakukan uji triaxial dengan hasil sebagai berikut ini

Tabel 3.6  
Hasil Pemeriksaan Triaxial

Kedalaman (m)	Kohesi (kg/cm <sup>2</sup> )	Sudut Geser Dalam °
5-5,5	0,755	11,32

### 3.3. Metode Probabilitas

Dari banyak metode yang dapat digunakan untuk menghitung probabilitas lereng, digunakan metode Simulasi Monte Carlo karena metode ini lebih sering digunakan dan mudah dalam penggunaan. Selain itu untuk software Geostudio SLOPE/W hanya menyediakan metode Monte Carlo untuk analisis probabilitas. Pada umumnya simulasi Monte Carlo dilakukan sebanyak ribuan percobaan. Dalam analisis ini digunakan sebanyak 2000 kali percobaan. Adapun langkah dalam metode Monte Carlo adalah sebagai berikut :

- a. Parameter yang dimasukkan untuk mendapatkan probabilitas dan representasi dari variabelnya didapat melalui distribusi model yang dipilih (dalam kasus ini menggunakan distribusi normal).
- b. Konversi dari fungsi distribusi menjadi fungsi sampel, kemudian dibutuhkan sampel acak dari parameter baru dan menentukan faktor keamanan yang baru secara berulang. Untuk fungsi kepadatan probabilitas, fungsi sampel memiliki bagian lurus yang relatif di tengah. Yang artinya parameter di sekitar rata-rata akan lebih sering menjadi sampel dibandingkan nilai akhirnya.
- c. Probabilitas kegagalan didasarkan pada angka faktor keamanan kurang dari 1 dengan memperhatikan total dari bidang gelincir dengan faktor keamanan lebih dari 1. Sebagai contoh, pada analisis menggunakan 2000 percobaan Monte Carlo, percobaan 1860 menghasilkan faktor keamanan lebih dari 1 dan 372 percobaan menghasilkan faktor keamanan kurang dari 1. Probabilitas keruntuhannya adalah 20 %.

### 3.4. Variabel Parameter

Variabel parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu berupa material tanah pada setiap lapisannya. Parameter tanah yaitu berupa berat satuan ( $\gamma$ ), kohesi ( $c$ ), dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) yang didapatkan dari hasil uji laboratorium.

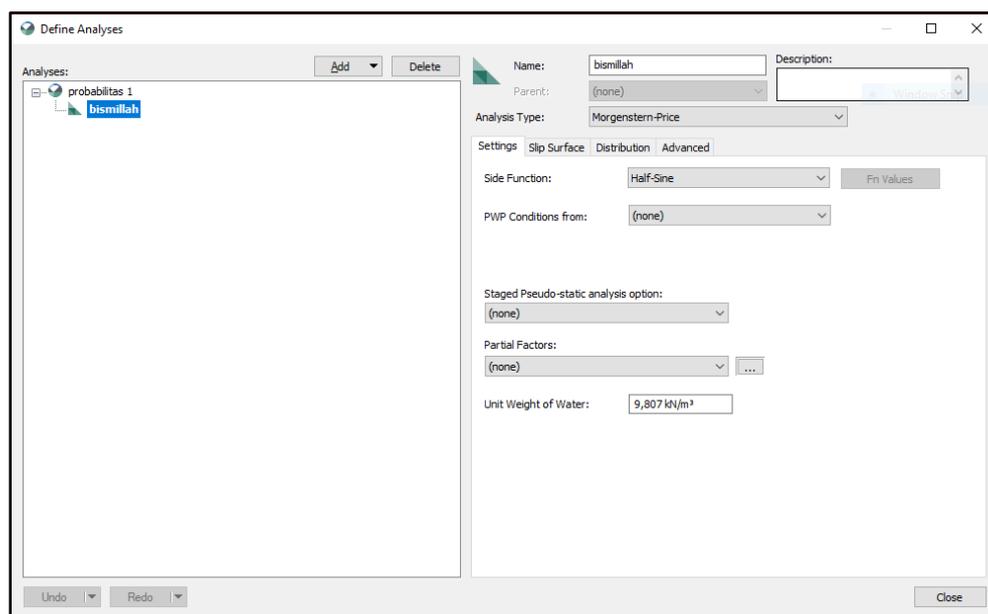
### 3.5. Analisis Stabilitas Lereng

Dalam menganalisis lereng yang ditinjau untuk menghitung angka keamanan dan probabilitas keruntuhan pada penelitian ini menggunakan bantuan software yaitu GeoStudio 2018. Software ini merupakan sebuah aplikasi yang dapat membantu untuk melakukan analisis stabilitas lereng dengan cepat tanpa melakukan perhitungan secara manual. Untuk

menganalisis sebuah lereng kita menggunakan menu SLOPE/W yang mana menu ini digunakan khusus untuk menganalisis kestabilan lereng pada umumnya.

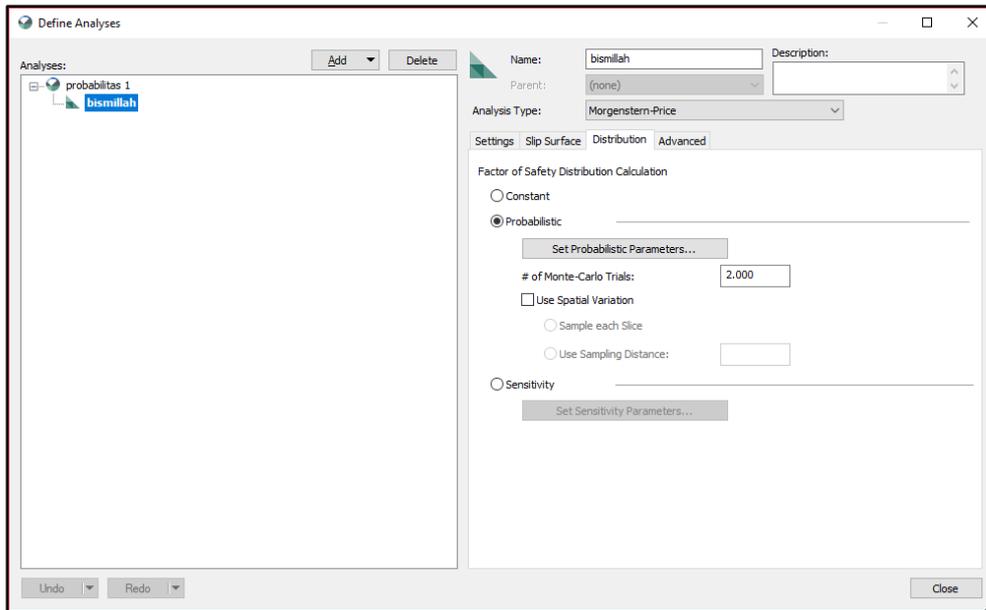
Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam menghitung faktor keamanan sekaligus menghitung probabilitas menggunakan software GeoStudio 2012

1. Langkah awal adalah membuka program GeoStudio 2018 dan memilih sub program SLOPE/W. Selanjutnya akan muncul jendela *Define Analyses* yang digunakan untuk membuat analisis pada data, dan untuk mengatur properti dan metode pada setiap analisis. Pada penelitian ini akan digunakan metode kesetimbangan batas (*limit equilibrium method*) dan tipe analisis yang digunakan adalah *Morgenstern-Price*.



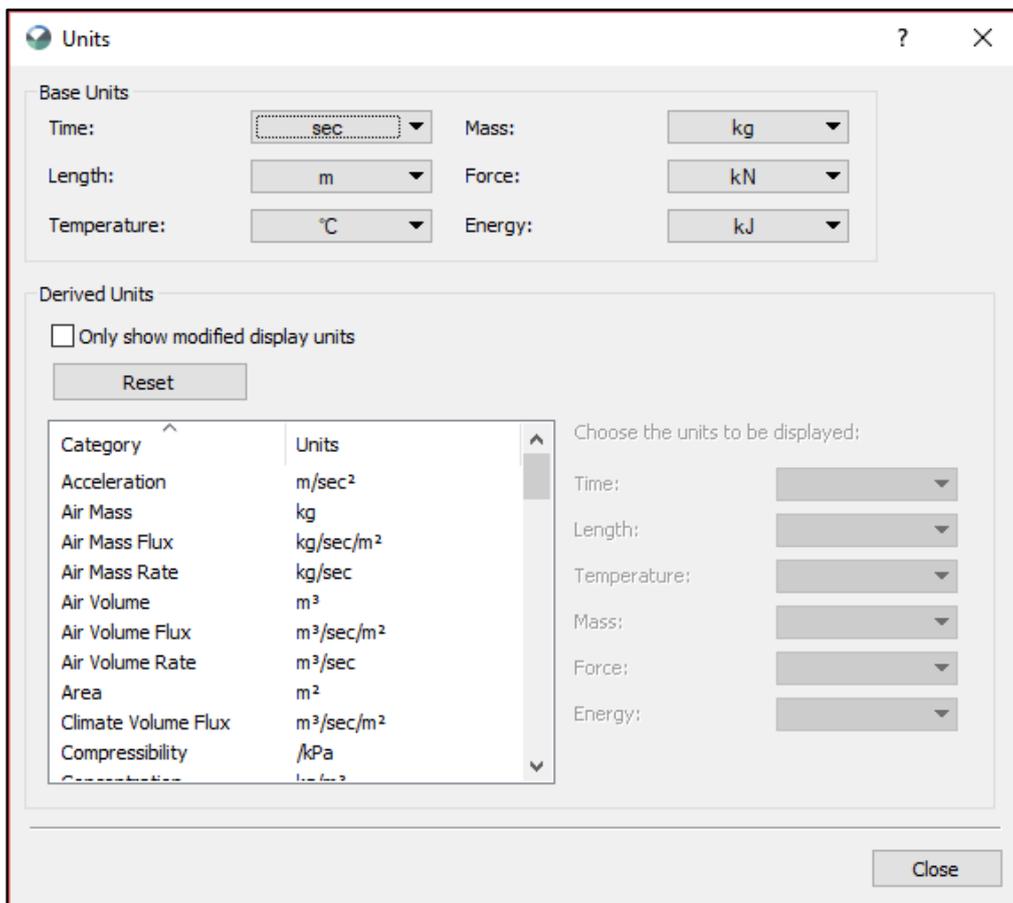
Gambar 3.4 Tampilan *define analyses*

2. Dalam perhitungan faktor keamanan menggunakan distribusi probabilitas dengan memasukkan parameter-parameter probabilistik dan memasukkan angka Monte-Carlo.



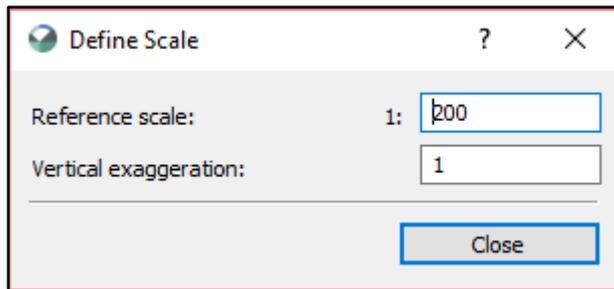
Gambar 3.5 Tampilan distribusi probabilitas

3. Melakukan pengaturan satuan yang akan digunakan.



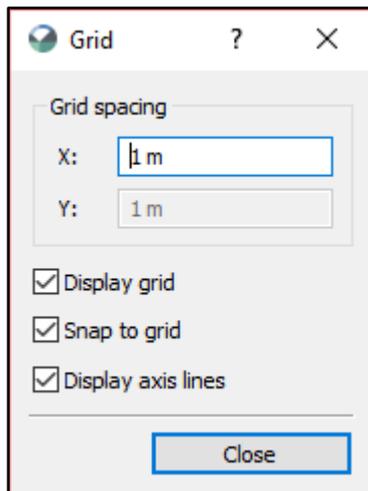
Gambar 3.6 Tampilan pengaturan satuan

4. Melakukan pengaturan skala.



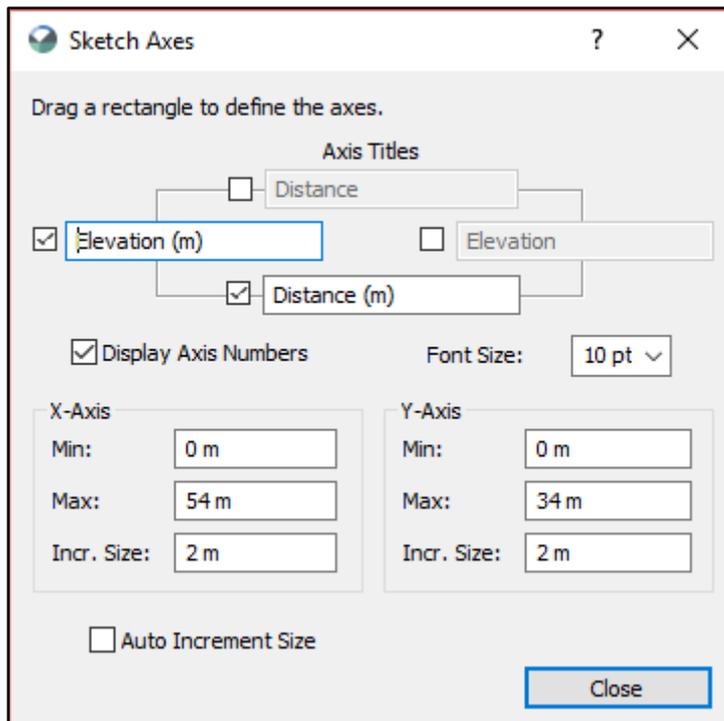
Gambar 3.7 Tampilan pengaturan skala

5. Melakukan pengaturan ukuran grid.



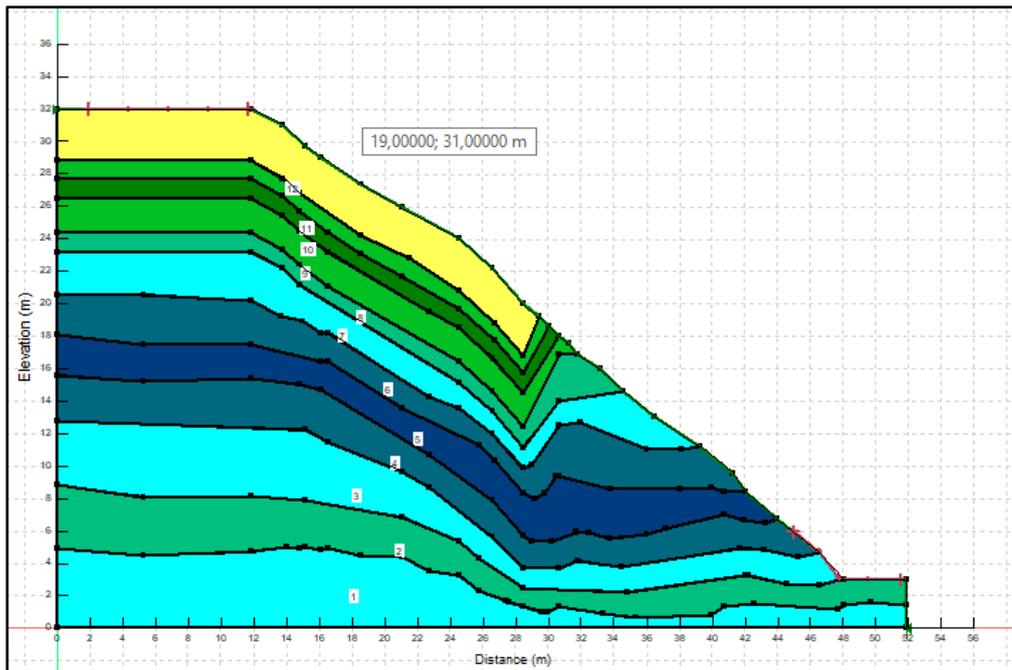
Gambar 3.8 Tampilan pengaturan grid

6. Pengaturan axis.



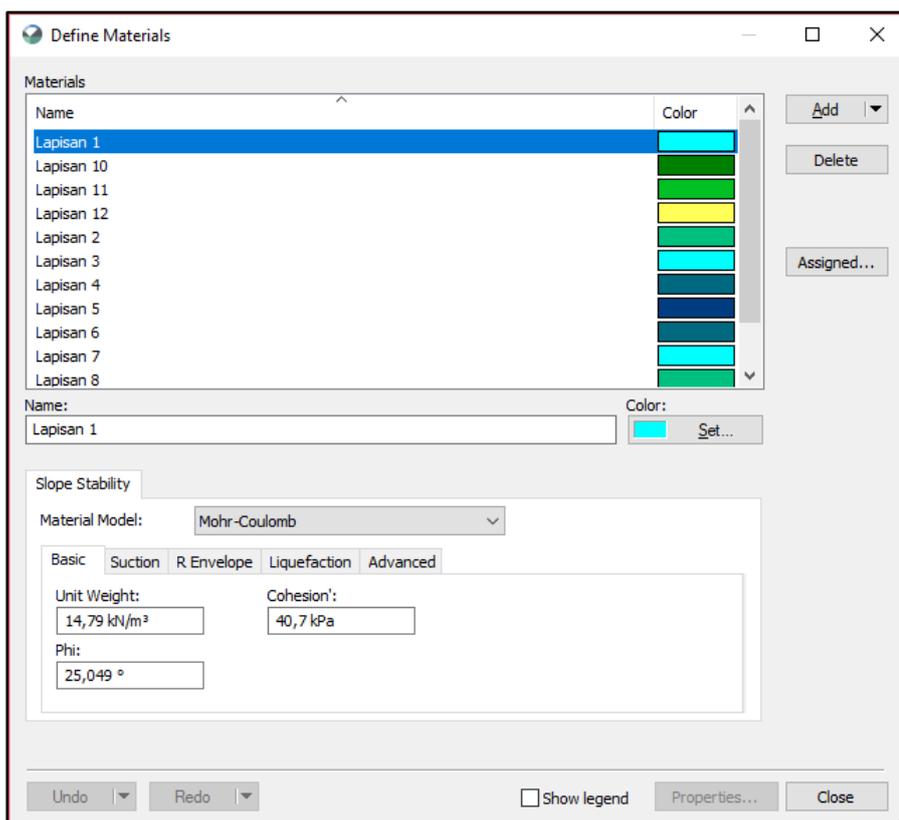
Gambar 3.9 Tampilan pengaturan axis

7. Menggambar bidang lereng pada lembar kerja sesuai dengan keadaan di lapangan.



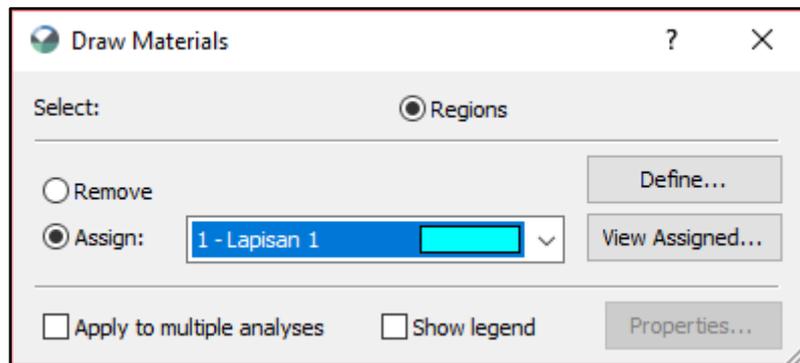
Gambar 3.10 Tampilan geometri lereng

8. Menggambar lapisan tanah sesuai dengan jenis tanahnya.
9. Menentukan material tanah yang dibutuhkan. Pilih menu *Keyin* lalu pilih *Materials*. Material diatur sesuai keadaan di lapangan. Material model dipilih Mohr-Coulomb dengan memasukkan data *unit weight*, *phi* dan *cohesion*.



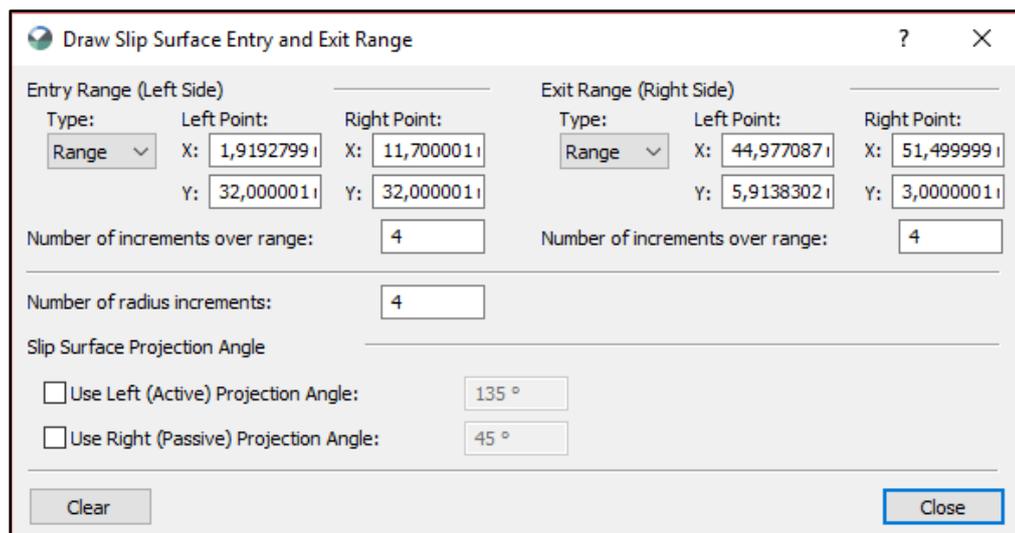
Gambar 3.11 Tampilan define materials

10. Pilih menu Draw kemudian pilih Materials untuk menggambar daerah sesuai dengan material setiap lapisannya.



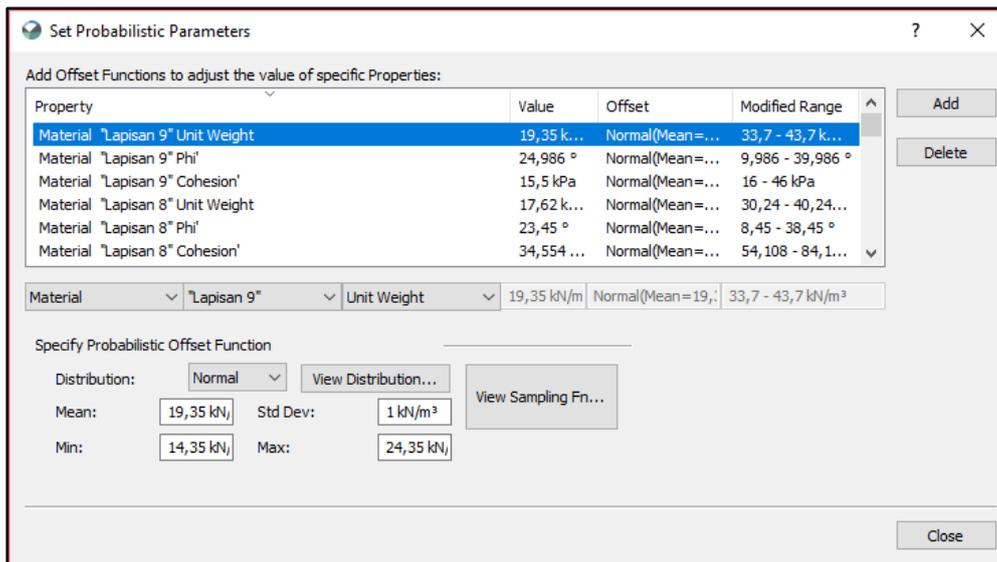
Gambar 3.12 Tampilan draw materials

11. Menentukan *Entry and Exit*. Pilih Draw kemudian *Slip Surface* dan pilih *Entry and Exit*.



Gambar 3.13 Tampilan entry and exit

12. Setelah menggambar serta memasukkan data material dan tekanan air pori, selanjutnya kembali ke jendela *KeyIn Analyses* dan memasukkan parameter-parameter probabilitas. Untuk parameter probabilitas yang digunakan adalah variasi dari kuat geser tanah yaitu  $\gamma$ ,  $c$ , dan  $\phi$ . Fungsi kepadatan probabilitas yang digunakan adalah distribusi normal.



Gambar 3.14 Tampilan parameter probabilitas

Data yang dimasukkan pada analisis ini berupa nilai rata-rata dan standar deviasi dari setiap parameternya. Adapun rumus yang digunakan untuk mencari nilai rata-rata dan standar deviasi adalah sebagai berikut :

Rata-rata

$$\mu_x = \frac{\sum_i^N X_i}{N}$$

dimana :

$\mu_x$  : rata-rata

$\sum_i^N X_i$  : jumlah seluruh data

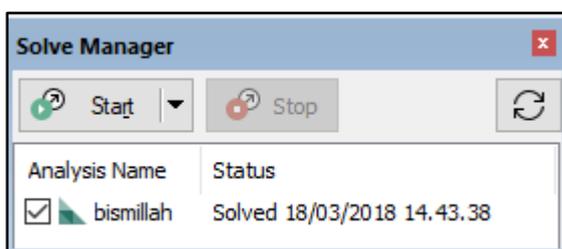
$N$  : banyak data

Standar Deviasi

Pada penelitian ini menggunakan standar deviasi dengan rentang 0 sampai dengan 5.

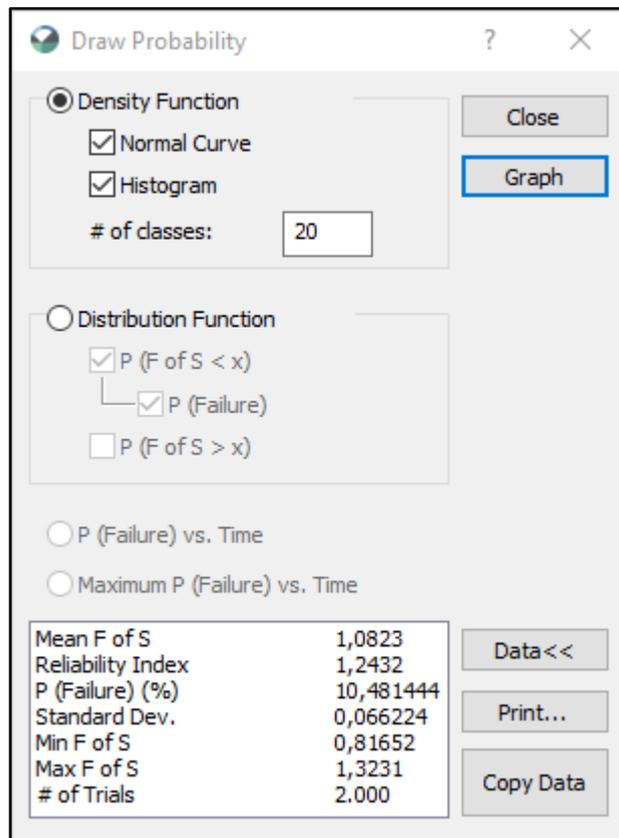
Penentuan standar deviasi mengacu pada buku panduan software Geostudio.

- Langkah selanjutnya setelah menentukan parameter-parameter probabilitas yaitu memeriksa data dan gambar yang telah dibuat apakah sudah benar atau belum melalui menu *Window* kemudian klik *Solve Manager*. Apabila tidak terjadi kesalahan (*error*) maka lereng yang dimodelkan dapat dianalisis untuk mendapatkan nilai faktor keamanan dan data-data lainnya pada setiap *Slice Slip Surface*.



Gambar 3.15 Tampilan solve manager

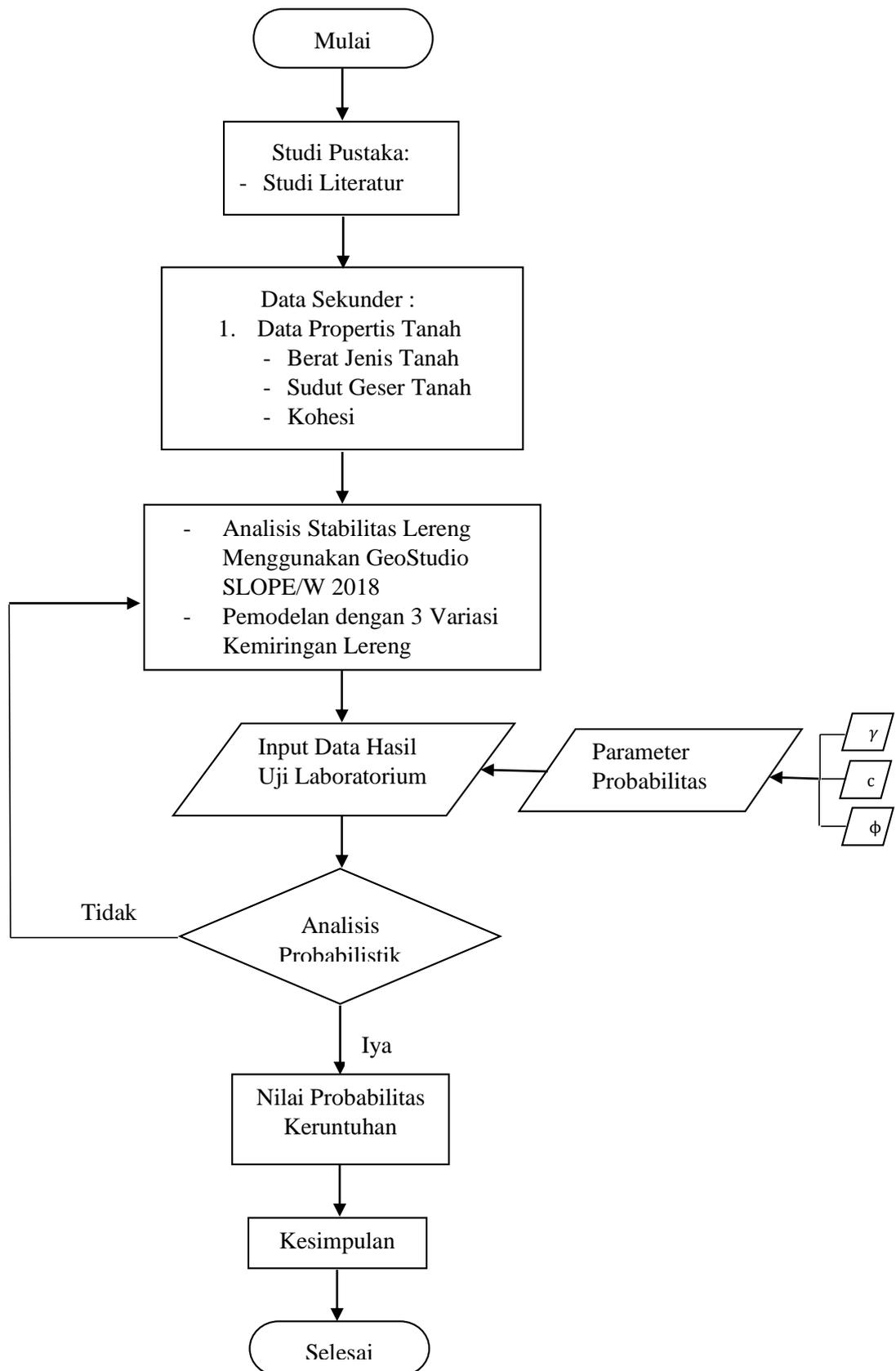
14. Setelah mendapatkan nilai faktor keamanan, dapat dicek berapa angka probabilitas keruntuhan lereng dengan memilih menu *Draw* kemudian *Probability*.



Gambar 3.16 Tampilan hasil probabilitas

Hasil dari analisis menggunakan cara ini yaitu berupa faktor keamanan dari lereng yang dianalisis, reliability index, probabilitas keruntuhan pada lereng dalam keadaan kritis, standar deviasi dari faktor keamanan, minimum faktor keamanan dan maksimum faktor keamanan dari lereng tersebut.

## Prosedur Penelitian



Gambar 3.17 Diagram alir penelitian

