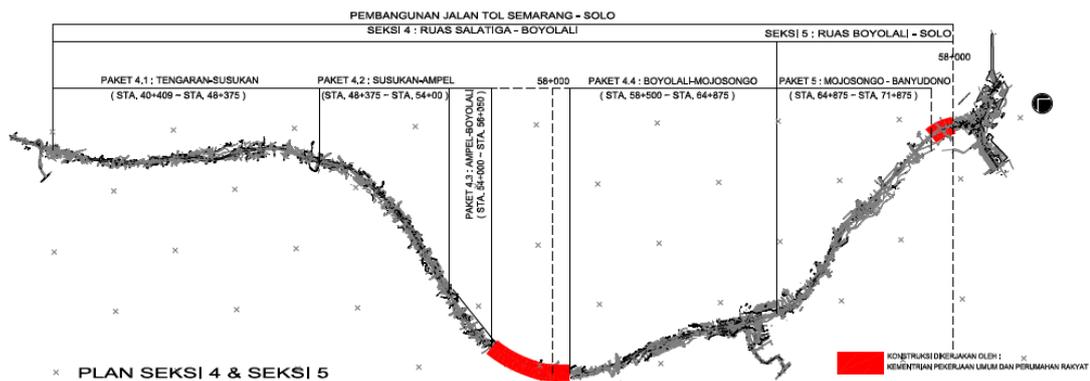


BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini dilakukan di Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Kartasura Paket A Seksi 4.1 Stasiun 46+000 sampai Stasiun 47+000. Berikut ini Gambar 4.1 merupakan jalur jalan tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Kartasura.

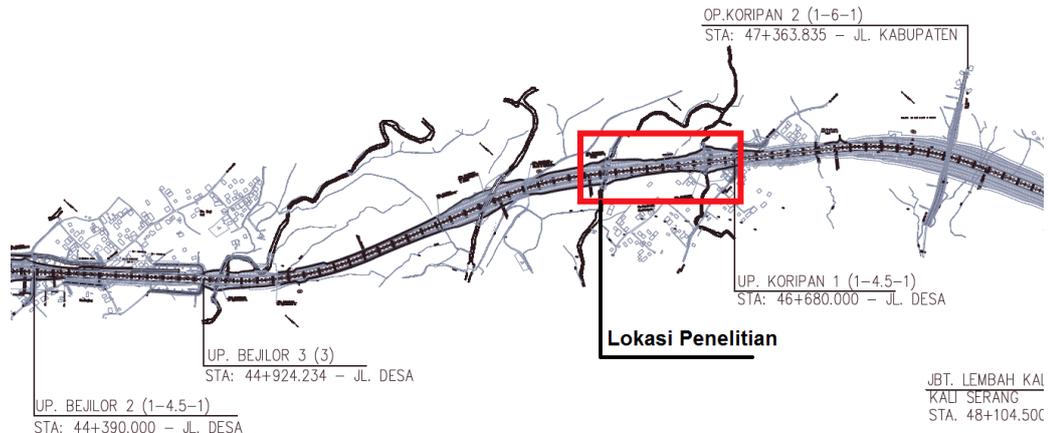


Gambar 4.1 Jalur Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Kartasura

(Sumber: Dokumen Gambar Rencana Proyek Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Kartasura, 2016)

Gambar 4.1 di atas merupakan jalur keseluruhan Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Kartasura, sedangkan lokasi penelitian yang dilakukan berada pada bagian awal jalur. Jalan tol ini dibangun mulai dari Kota Salatiga, dengan karakteristik tanah mayoritas tanah lanau dan lempung yang mengakibatkan penurunan pada timbunan relatif besar ketika diberikan beban di atasnya.

Berikut ini lokasi detail penelitian pada Proyek Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Kartasura Paket A dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Lokasi Penelitian

(Sumber: Dokumen Gambar Rencana Proyek Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Kartasura, 2016)

4.2 Data yang Digunakan

Ada beberapa data yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian, yaitu sebagai berikut ini.

4.2.1 Data Parameter Tanah

Data parameter tanah yang digunakan yaitu data terkait sifat fisik tanah dan sifat mekanik tanah pada tanah dasar dan timbunan. Data ini akan dijadikan data utama untuk perhitungan manual dan analisis numeris menggunakan *software Slope/W*.

Data yang akan menjadi *input* ke dalam perhitungan dan analisis numeris dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Data Tanah Dasar dan Timbunan

Tanah	Jenis Tanah	Berat Volume γ_b (kN/m^3)	Kohesi C (kPa)	Sudut Geser Dalam ϕ ($^\circ$)
Timbunan	Pasir Padat	21,6664	20,9440	37,9625
Tanah Dasar 0-4 m	Lempung	16,3355	34,2369	23,32
Tanah Dasar 4-6 m	Lempung Kelanauan	15,8331	25,8003	25,36

4.2.2 Data Gambar DED Timbunan.

Penelitian ini membutuhkan data sekunder berupa gambar rencana atau DED perkerasan jalan yang berada di atas timbunan sebagai *input* beban perkerasan jalan di atas timbunan pada *software Slope/W*. Gambar DED perkerasan jalan di atas timbunan dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.2.3 Data Material Geotekstil

Data material geotekstil yang digunakan pada penelitian ini menggunakan hasil produksi PT. Teknindo Geosistem Unggul. Tipe geotekstil yang digunakan pada penelitian ini adalah geotekstil *woven* UW-250. Kuat tarik ijin geotekstil tipe ini yaitu sebesar 52 kN/m^2 . Data material geotekstil dapat dilihat pada Lampiran 4.

4.2.4 Data Pembebanan

Beban yang bekerja di atas timbunan ini yaitu beban perkerasan *rigid*, beban lalu lintas dan beban gempa.

1. Beban perkerasan *rigid* dan lalu lintas.

Beban perkerasan *rigid* dihasilkan dari perkalian tebal lapis perkerasan dengan berat jenis bahan perkerasan. Pada proyek Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Kartasura ini tebal perkerasan *rigid* sebesar 39 cm dengan berat jenis bahan perkerasan *rigid* sebesar 24 kN/m^3 , sehingga dihasilkan beban perkerasan *rigid* sebesar $9,36 \text{ kN/m}^2$. Namun pada *input* data beban merata (*surchage loads*) program *Slope/W* cukup dimasukkan data berat jenis bahan perkerasan *rigid* saja, lalu digambarkan tebal dan lebarnya.

Beban lalu lintas yang digunakan untuk analisis stabilitas ini mengacu pada peraturan Panduan Geoteknik 4 (2002). Kelas jalan pada jalan tol ini adalah jalan primer arteri, sehingga besar beban lalu lintas sebesar 15 kN/m^2 . Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Beban yang bekerja di atas timbunan adalah beban perkerasan *rigid* dan beban lalu lintas, sehingga nilai yang digunakan untuk perhitungan manual analisis stabilitas lereng yaitu penjumlahan antara beban-beban tersebut. Besar beban merata yang bekerja di atas timbunan sebesar $24,36 \text{ kN/m}^2$.

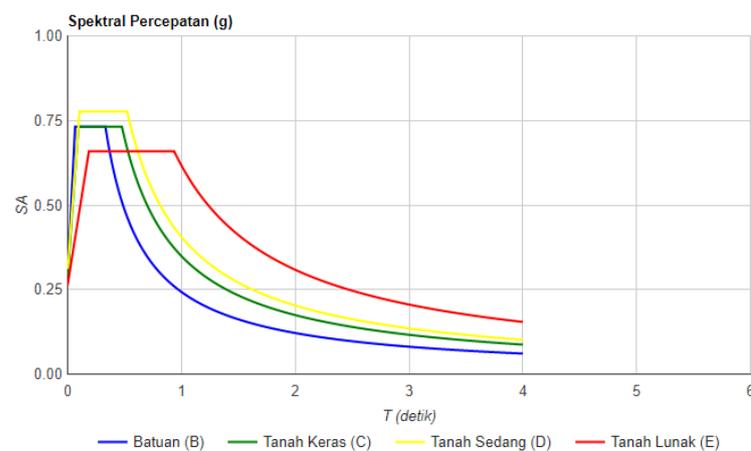
2. Beban gempa.

Beban gempa yang digunakan pada analisis ini bersumber dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat yang diakses pada web www.puskim.pu.go.id. Percepatan gempa yang dimasukkan di dalam *input seismic load* program *Slope/W* dipilih berdasarkan zonasi gempa wilayah Semarang sebesar 0,493 g. Berikut ini hasil percepatan gempa wilayah Semarang dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Jenis Batuan Batuan (B)	
Variabel	Nilai
PGA (g)	0.493
S _S (g)	1.098
S ₁ (g)	0.364
C _{RS}	0.871
C _{R1}	0.000
F _{PGA}	1.000

Gambar 4.3 Nilai Percepatan Gempa Wilayah Semarang
(Sumber: <http://puskim.pu.go.id>)

Berikut ini grafik respon spektrum gempa wilayah Semarang dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Respon Spektrum Gempa Wilayah Semarang
(Sumber: <http://puskim.pu.go.id>)

4.3 Tahapan Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan pada Tugas Akhir ini dapat dilihat pada penjelasan berikut ini.

1. Persiapan penelitian.

Persiapan penelitian meliputi perizinan dan permohonan data proyek.

2. Pengumpulan data.

Pengumpulan data dari Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Kartasura.

3. Pengujian tanah laboratorium.

Pengujian tanah sifat fisik dan mekanik tanah timbunan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4. Variasi pemodelan timbunan.

Variasi pemodelan timbunan yang dilakukan pada penelitian ini ditinjau dari beberapa tipe geometri, penambahan perkuatan dan jenis metode stabilitas kesetimbangan. Berikut ini variasi pemodelan timbunan tanpa perkuatan dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Variasi Pemodelan Timbunan Tanpa Perkuatan

Variasi Metode	<i>Fellenius</i>		<i>Janbu Simplified</i>		<i>Morgenstern-Price</i>	
	Tanpa Gempa	Dengan Gempa	Tanpa Gempa	Dengan Gempa	Tanpa Gempa	Dengan Gempa
Variasi Geometri	Tanpa Trap	Tanpa Trap	Tanpa Trap	Tanpa Trap	Tanpa Trap	Tanpa Trap
	2 Trap	2 Trap	2 Trap	2 Trap	2 Trap	2 Trap
	3 Trap	3 Trap	3 Trap	3 Trap	3 Trap	3 Trap
	4 Trap	4 Trap	4 Trap	4 Trap	4 Trap	4 Trap
	5 Trap	5 Trap	5 Trap	5 Trap	5 Trap	5 Trap
	6 Trap	6 Trap	6 Trap	6 Trap	6 Trap	6 Trap

Berikut ini variasi pemodelan timbunan dengan perkuatan geotekstil dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Variasi Pemodelan Timbunan dengan Perkuatan Geotekstil

Variasi Panjang Geotekstil	Tidak Seragam		Seragam	
	Tanpa Gempa	Dengan Gempa	Tanpa Gempa	Dengan Gempa
Variasi Geometri	Tanpa Trap	Tanpa Trap	Tanpa Trap	Tanpa Trap
	2 Trap	2 Trap	2 Trap	2 Trap
	3 Trap	3 Trap	3 Trap	3 Trap
	4 Trap	4 Trap	4 Trap	4 Trap
	5 Trap	5 Trap	5 Trap	5 Trap

5. Pemodelan menggunakan program *Slope/W* versi 2012.

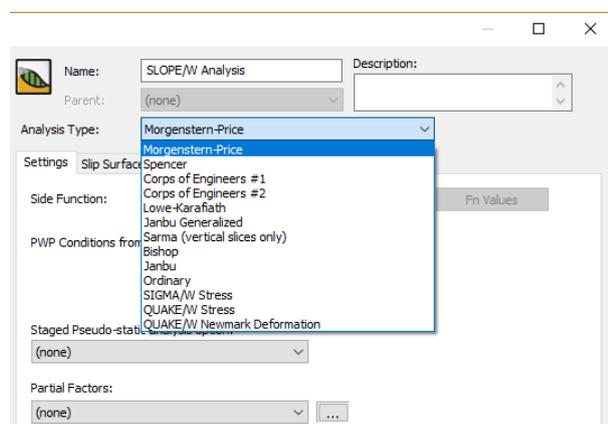
Bentuk timbunan akan dimodelkan pada *software Slope/W* dengan setengah bagian timbunan (*half sine function*) dan material model *Mohr Coloumb*.

a. Pengaturan awal analisis.

Pengaturan awal yang dilakukan adalah pada *KeyIn Analysis*, pengaturan tersebut terkait menentukan pengaturan dalam menganalisis stabilitas kelongsoran lereng. Berikut ini langkah pengaturannya.

1) Menentukan metode analisis (*analysis type*).

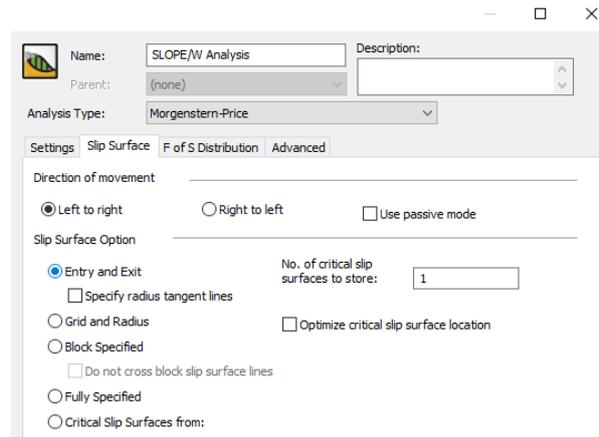
Pada program *Slope/W* terdapat beberapa jenis metode analisis stabilitas lereng, yaitu *Morgenstern-Price*, *Spencer*, *Bishop*, *Janbu Generalized*, *Janbu*, *Sarma* dan *Ordinary* seperti pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Jendela Penentuan Metode Analisis

2) Menentukan bidang longsor (*slip surface option*).

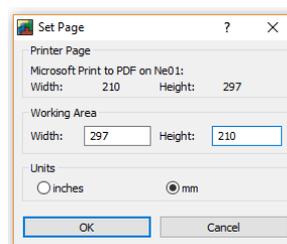
Pada pengaturan ini pergerakan arah kelongsoran dapat ditentukan sesuai dengan keinginan, baik dari arah kiri ke kanan maupun sebaliknya. Bidang longsor ditentukan dengan memilih *Entry and Exit*, seperti pada Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Jendela Penentuan Bidang Longsor

3) Pengaturan kertas kerja.

Pengaturan ini bertujuan untuk mengatur ukuran kertas untuk mencetak hasil analisis. Klik *Set* pada *toolbar*, lalu klik *Page* seperti pada Gambar 4.7 berikut.

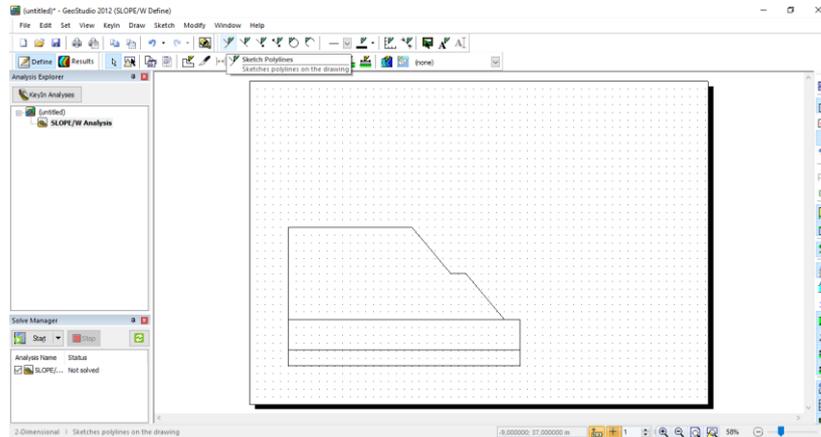


Gambar 4.7 Jendela Pengaturan Kertas Kerja

b. Membuat sketsa gambar.

Pembuatan sketsa gambar timbunan sesuai dengan perencanaan merupakan langkah awal utama dalam pemodelan, oleh karena itu pada langkah ini sangat penting dan harus benar dalam pelaksanaannya. Klik *Sketch Polyline*

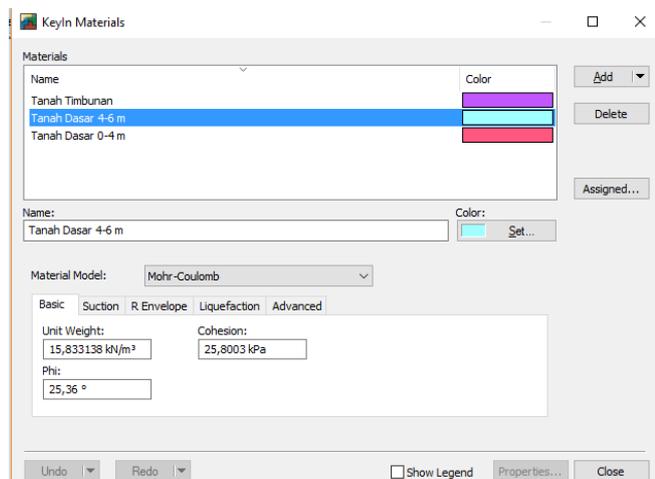
pada *toolbar*, lalu ketik angka koordinat dengan format (X;Y) seperti pada Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8 Penggambaran Model Geometri Lereng

c. Mendefinisikan parameter tanah.

Parameter tanah yang dimasukkan adalah berat isi tanah (γ), kohesi (c) dan sudut geser (ϕ). Sebelum data dimasukkan, setiap parameter tanah harus disamakan satuannya dengan satuan yang terdapat pada program *Slope/W*. Klik *KeyIn* pada *toolbar*, lalu klik *Materials*, lalu akan muncul jendela *KeyIn Materials* dan klik *Add*. Isikan nama material, lalu pilih *Material Model* dengan *Mohr-Coloumb* seperti Gambar 4.9 di bawah ini.



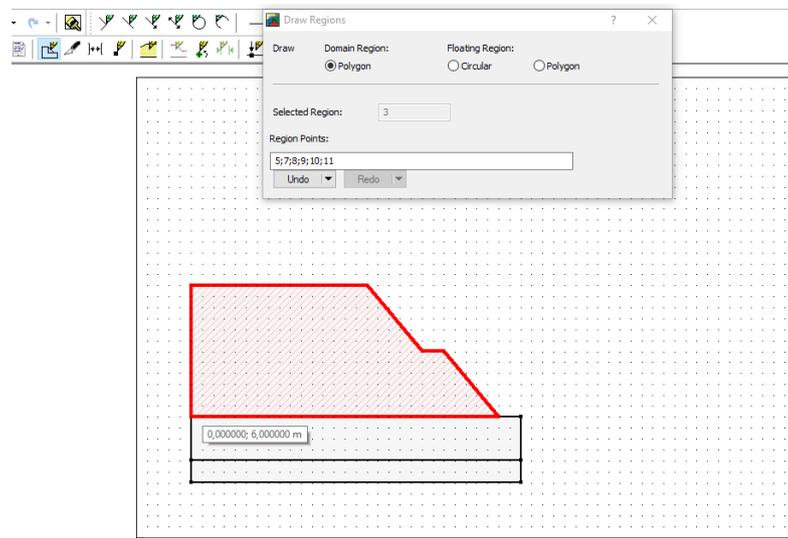
Gambar 4.9 Jendela Parameter Tanah

d. Menentukan parameter tanah tiap lapisan.

Setelah memasukkan data material, selanjutnya menentukan parameter tanah ke masing-masing lapisan tanah. Ada dua tahap dalam menentukan parameter tanah, yaitu:

1) Menggambar batas lapisan tanah.

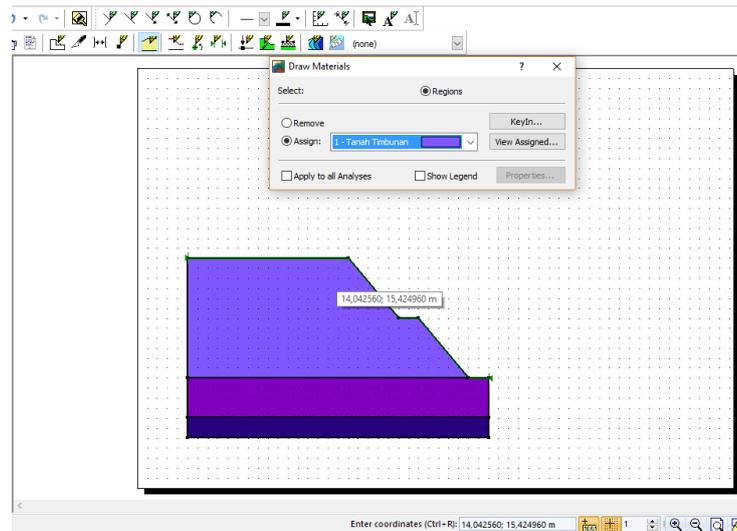
Garis batas tiap lapisan tanah digambar sesuai dengan korrdinat seperti pada langkah sketsa gambar di atas. Klik *Draw Regions* pada *toolbar*, lalu ketik angka koordinat dengan format (X;Y) seperti Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.10 Penggambaran Batas Lapisan Tanah

2) Memilih parameter tanah.

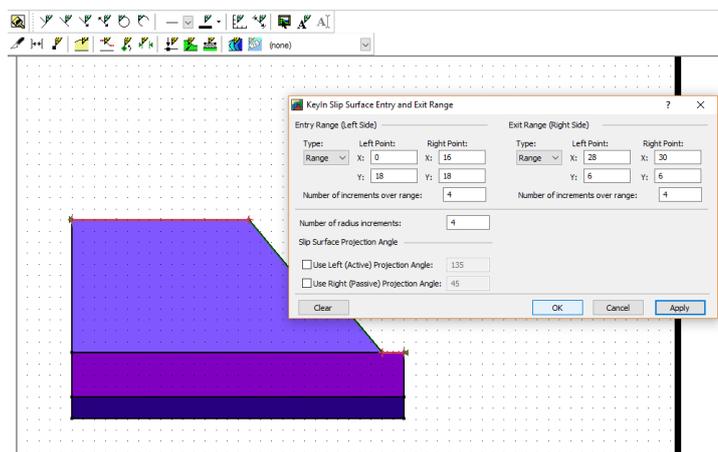
Memilih parameter tanah sesuai dengan lapisan tanah dengan cara, klik *Draw Materials*, lalu pilih jenis material dan klik pada lapisan tanah yang akan dipilih seperti Gambar 4.11 berikut.



Gambar 4.11 Penentuan Parameter Tanah Tiap Lapisan

- e. Menggambar *Entry and Exit* bidang longsor.

Penggambaran bidang longsor merupakan langkah untuk memvisualisasikan lokasi dimana bidang longsor akan terjadi. Penggambaran ini dengan cara klik *KeyIn* pada *toolbar*, lalu pilih *Slip Surface*, lalu klik *Entry ad Exit* dan tuliskan koordinatnya seperti ada Gambar 4.12 berikut.

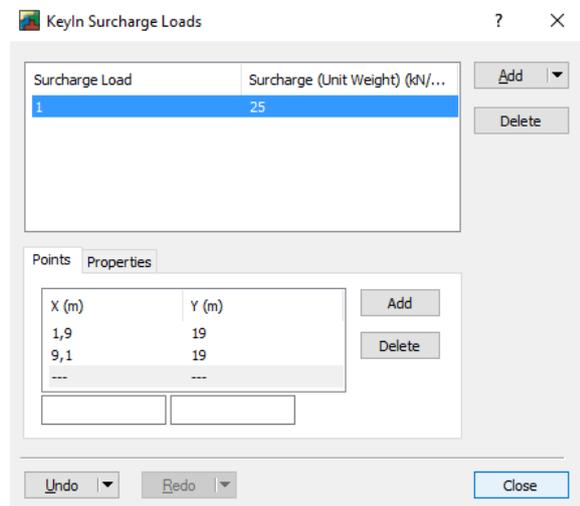


Gambar 4.12 Penggambaran Letak Bidang Longsor

- f. Menggambar beban merata.

Pada penggambaran beban merata ini perlu dimasukkan berat isi bahan beban yang bekerja di atas timbunannya, lalu mulailah menggambar sesuai dimensi yang direncanakan. Klik *KeyIn* pada *toolbar*, lalu pilih *Surcharge*

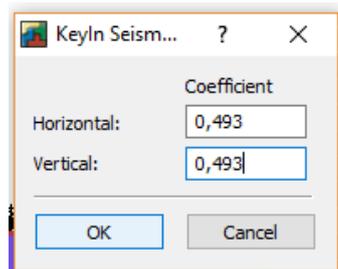
Loads, lalu klik *Add* dan tentukan koordinat peletakkan beban merata, lalu isikan besarnya berat isi bahannya seperti Gambar 4.13 di bawah ini.



Gambar 4.13 Penggambaran Beban Merata

- g. Memasukkan beban gempa.

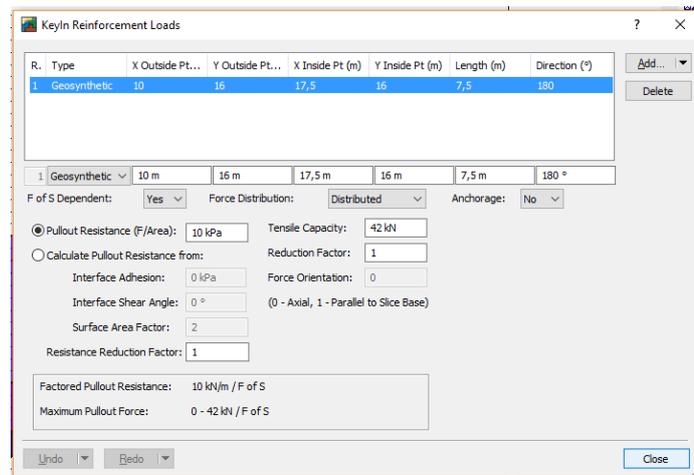
Beban gempa yang dimasukkan adalah koefisien gempa arah horisontal dan vertikal berdasarkan percepatan gempa pada daerah yang ditinjau dari web www.puskim.pu.go.id. Klik *KeyIn* pada *toolbar*, lalu pilih *Seismic Loads*, lalu isikan koefisien gempa seperti Gambar 4.14 berikut.



Gambar 4.14 Jendela Beban Gempa

- h. Menggambar perkuatan geotekstil.

Penggambaran geotekstil membutuhkan data kuat tarik geotekstil yang dikeluarkan oleh produsen geotekstil tersebut dan selanjutnya pengisian koordinat peletakkan geotekstil dan panjangnya seperti Gambar 4.15 berikut.



Gambar 4.15 Penggambaran Perkuatan

- i. Menghitung angka aman.

Menghitung angka aman pada program *Slope/W* dilakukan dengan klik *Start* pada *menu bar* sebelah kiri halaman yang bernama *Solve Manager*, lalu muncul nilai angka aman (*safety factor*).

6. Perhitungan Kebutuhan Geotekstil

Analisis yang dilakukan pada perhitungan geotekstil ini meliputi:

- a. Jarak vertikal geotekstil.

Jarak vertikal antar lapisan geotekstil.

- b. Stabilitas internal.

Perhitungan stabilitas internal dilakukan pada timbunan dengan penambahan perkuatan geotekstil untuk mendapatkan panjang geotekstil.

- c. Stabilitas eksternal.

Perhitungan stabilitas eksternal dilakukan pada timbunan dengan penambahan perkuatan geotekstil untuk mendapatkan panjang efektif dan *overlapping*.

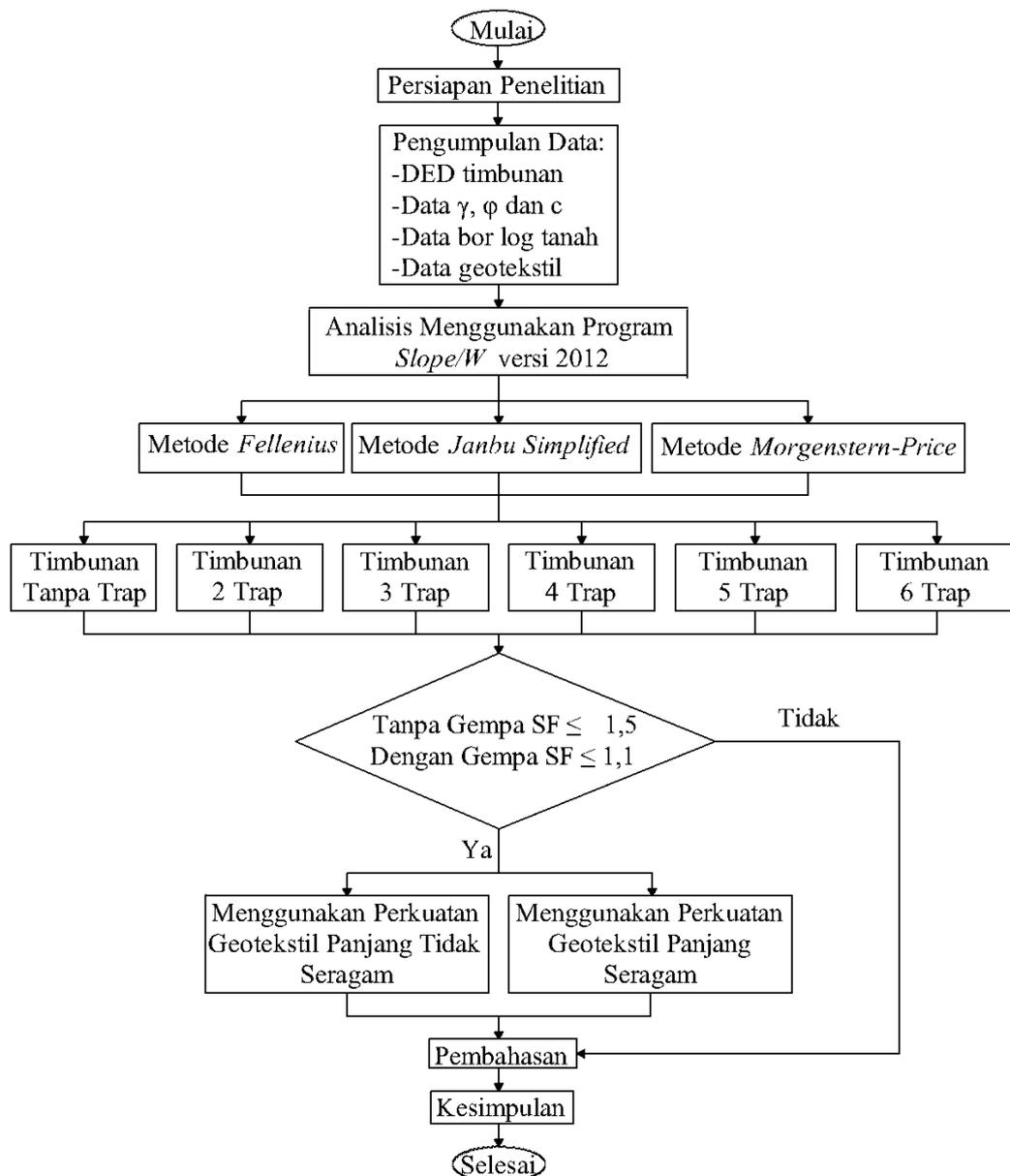
7. Pembahasan.

Pembahasan dan penelitian ini berisi tentang hasil analisis stabilitas lereng tanpa dan dengan gempa, variasi metode kesetimbangan batas dan variasi panjang perkuatan geotekstil menggunakan program *Slope/W*.

8. Kesimpulan.

Pengambilan kesimpulan dilakukan dari pembahasan dan analisis yang sudah dilakukan agar terjawab tujuan dari penelitian.

Tahapan penelitian secara skematis dapat dilihat pada bagan alir Gambar 4.16 berikut.



Gambar 4.16 Bagan Alir Tahapan Penelitian