

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Tahapan Penelitian**

Pada penelitian kali ini akan dilaksanakan beberapa tahapan untuk mendapatkan hasil analisis sesuai dari tujuan penelitian, yaitu sebagai berikut.

1. Tahap pengumpulan data penelitian, pada tahapan ini peneliti akan mengambil data tanah (data tanah uji lapangan dan uji laboratorium) yang didapat dari Laporan proyek jalan tol Cimanggis-Cibitung Seksi 2 *On Off Ramp* Jl. Transyogi MM2100 STA. 27+070 s/d 50+373 PT. Sanpala Inticon.
2. Tahap analisis dan pengolahan data, pada tahap ini data yang sudah didapat akan dianalisis mulai dari galian tanah asli menggunakan program *plaxis* dan cara manual dengan metode *bishop*, kemudian mencari angka aman (SF) dengan perkuatan *steel sheet pile* dan *concrete sheet pile* menggunakan program *plaxis*.
3. Tahapan pembahasan dan kesimpulan, pada tahapan ini meliputi penulisan laporan hasil penelitian berdasarkan aturan yang berlaku dan hasil pengolahan data. Kemudian dibuat kesimpulan penelitian berdasarkan teori yang ada untuk menjawab masalah yang timbul.

#### **4.2 Analisis Data**

Metode analisis merupakan cara yang biasa digunakan untuk mempermudah dalam memahami data yang diperoleh. Data yang sudah dapat kemudian dianalisis sesuai tahapan-tahapan yang sudah direncanakan. Adapun data-data yang sudah diperoleh adalah sebagai berikut.

#### 4.2.1 Data Parameter Tanah dan Potongan Melintang Galian Tanah

Data parameter tanah pada penelitian ini menggunakan data *bore log* yang didapatkan dari laporan proyek Jl. Tol Cimanggis – Cibitung oleh PT. Sanpala Inticon. Data meliputi jenis tanah perlapisan dan karakteristik yang ada. Dari data yang didapatkan kemudian dibuat pemodelan potongan melintang galian. Lebih jelasnya untuk data parameter tanah dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini dan untuk gambar pemodelan potongan melintang galian dapat dilihat pada Lampiran L-2.2.

**Tabel 4.1 Data Parameter Tanah**

NAMA		<i>SILTY CLAY</i>	<i>SAND</i>	<i>SAND</i>
Model	-	<i>MC</i>	<i>MC</i>	<i>MC</i>
Jenis	-	<i>DRAINED</i>	<i>DRAINED</i>	<i>DRAINED</i>
$\gamma_{unsat}$	kN/m <sup>3</sup>	16,00	16,70	18,00
$\gamma_{sat}$	kN/m <sup>3</sup>	19,00	19,70	21,00
$K_x$	m/hari	$1 \cdot 10^{-3}$	1,00	1,00
$K_y$	m/hari	$1 \cdot 10^{-3}$	1,00	1,00
$E_{ref}$	kN/m <sup>2</sup>	10000	15000	17000
$\nu$	-	0,30	0,20	0,15
Kohesi (C)	kN/m <sup>2</sup>	22,00	2,00	0,001
Sudut geser ( $\phi$ )	°	18,20	24,40	30,50
Sudut dilatasi ( $\Psi$ )	°	0	0	0

Sumber: PT. SANPALA INTICON (2018)

#### 4.2.2 Data Beban

Beban-beban yang bekerja pada penelitian ini merupakan beban yang berada disekitar area penelitian yaitu beban struktur jalan, beban lalu lintas, dan beban gempa.

##### 1. Beban Struktur Jalan dan Beban Lalu Lintas

Beban struktur jalan berdasarkan data yang digunakan sebagai perhitungan analisis pada proyek jalan tol Cimanggis-Cibitung adalah sebesar 10 kN/m<sup>2</sup>.

Sedangkan beban lalu lintas yang bekerja digunakan sebesar 15 kN/m<sup>2</sup> berdasarkan fungsi jalan dan sistem jaringan jalan pada Tabel 4.2 berikut ini.

**Tabel 4.2 Beban Lalu Lintas**

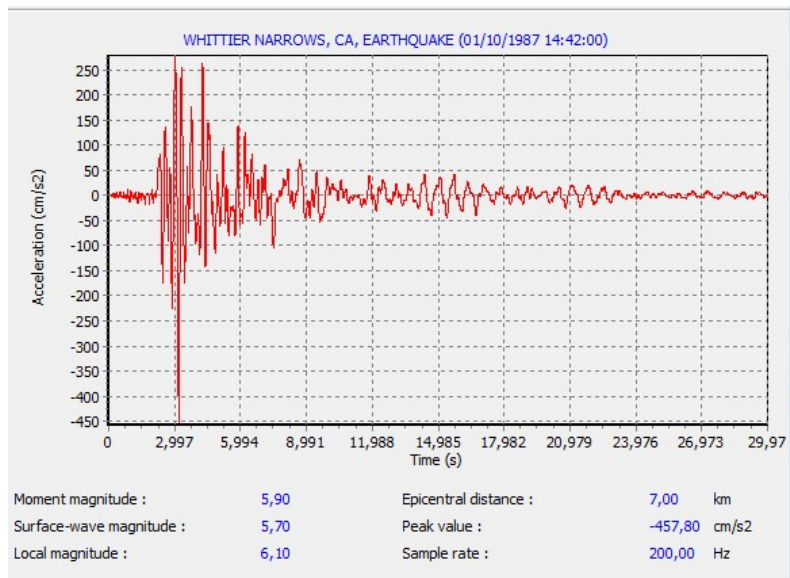
Fungsi	Sistem Jaringan	Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)	Beban Lalu Lintas (kN/m <sup>2</sup> )
Primer	Arteri	Semua	15
	Kolektor	>10.000	15
		<10.000	12
Sekunder	Arteri	>20.000	15
		<20.000	12
	Kolektor	>6.000	12
		<6.000	10
	Lokal	>500	10
		<500	10

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum (2009)

## 2. Beban Gempa

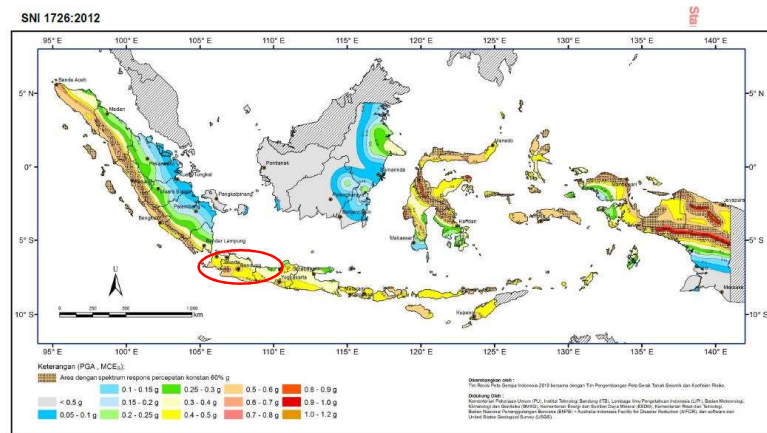
Beban gempa yang digunakan pada analisis ini adalah beban gempa jenis dinamik sebagai *input data* pada program *Plaxis* pada kolom waktu durasi gempa. Waktu durasi didapatkan dari data yang dikumpulkan oleh USGS (*U. S. Geological Survey*). Grafik-grafik hubungan antara waktu dan percepatan gempa yang terdapat di dalam *Plaxis* dipilih berdasarkan wilayah penelitian. Kemudian dicari wilayah tersebut berdasarkan peta zonasi gempa yang dikeluarkan oleh Badan Standarisasi Nasional yang diterbitkan pada tahun 2012, yaitu SNI 1726:2012. Pada Gambar 4.3 wilayah Cimanggis memasuki zona gempa dengan percepatan gempa (PGA) dengan nilai sebesar 0,4 – 0,5 g dan setelah diinterpolasi didapatkan nilai percepatan gempa (PGA) sebesar 0,45. Data gempa dari USGS (*U. S. Geological Survey*) yang sesuai dengan data Badan Standadisasi Nasional adalah data gempa di kawasan Whittier Narrows pada 1 Oktober 1987 yang memiliki percepatan puncak gempa (PGA) 0,457 g (Gambar 4.2). Waktu interval yang digunakan dalam *Plaxis*

dimasukkan sebesar 9 detik dengan anggapan telah melewati percepatan puncak. Grafik *respon spectrum* dan peta zonasi gempa Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 berikut ini.



**Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Percepatan dan Waktu**

(Sumber: [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov), 2017)



**Gambar 11 - PGA, Gempa maksimum yang dipertimbangkan rata-rata geometrik (MCE<sub>0.3</sub>), kelas situsSB**

**Gambar 4.2 Peta Zonasi Gempa Indonesia**

(Sumber: SNI 1726:2012, 2012)

### 4.3 Tahapan Analisis Galian Tanah

Pada penelitian ini menggunakan beberapa tahapan dalam menganalisis galian tanah, secara garis besar ada 3 tahapan dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut ini.

1. Analisis Galian Tanah Asli.

a. Menggunakan Program *Plaxis*

Galian tanah asli terlebih dahulu akan dimodelkan dan dianalisis menggunakan *plaxis*. Dari Tabel 4.1 digunakan sebagai parameter tanah asli yang akan dimasukkan ke dalam *plaxis*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kondisi galian tanah asli apakah aman terhadap longsor. Apabila terjadi kelongsoran maka galian tanah tersebut memerlukan perkuatan tanah.

b. Secara Manual Menggunakan Metode *Bishop*

Metode ini bertujuan untuk mengetahui nilai SF (angka aman) yang tidak dapat diketahui menggunakan *plaxis* ketika kondisi galian tanah asli mengalami kelongsoran. Melalui *total displacement* pada analisis menggunakan program *plaxis* digunakan untuk memperkirakan daerah kelongsoran pada galian tanah. Kemudian dari gambar daerah kelongsoran dibagi menjadi beberapa irisan yang kemudian akan di analisis gaya-gaya yang berpengaruh didalamnya. Setelah itu dimasukkan parameter-parameter yang sesuai persamaan-persamaan dalam mencari SF (angka aman) dalam metode *bishop*.

2. Analisis Galian Tanah dengan *Steel Sheet Pile* Menggunakan *Plaxis*.

Tahapan analisis dengan perkuatan *steel sheet pile* menggunakan *plaxis* hal yang paling mendasar adalah mengetahui data parameter-parameter yang akan dimasukkan ke dalam *plaxis*. Setelah memasukkan data parameter tanah pada Tabel 4.1, kemudian dimasukkan data parameter *steel sheet pile* pada Tabel 5.3 Kemudian dibuat pemodelan galian tanah asli yang diberi perkuatan *steel sheet pile* untuk mengetahui nilai SF (angka aman) yang terjadi.

3. Analisis Galian Tanah dengan *Concrete Sheet Pile* Menggunakan *Plaxis*.

Tahapan analisis dengan perkuatan *concrete sheet pile* menggunakan *plaxis* hal yang paling mendasar adalah mengetahui data parameter-parameter yang akan dimasukkan ke dalam *plaxis*. Setelah memasukkan data parameter tanah pada Tabel 4.1, kemudian dimasukkan data parameter *concrete sheet pile* pada Tabel 5.4 Kemudian dibuat pemodelan galian tanah asli yang diberi perkuatan *concrete sheet pile* untuk mengetahui nilai SF (angka aman) yang terjadi.

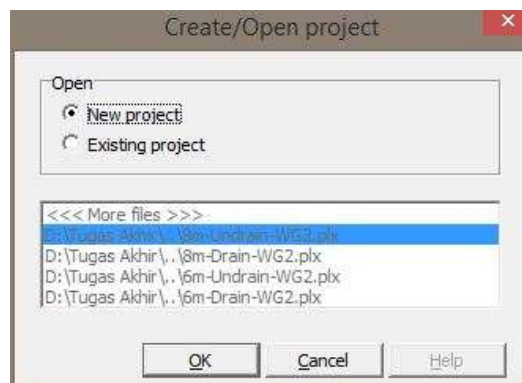
**4.4 Tahapan Analisis Menggunakan Program *Plaxis*.**

Metode tahapan analisis menggunakan *Plaxis 8.5*, data parameter tanah dan parameter *sheet pile* dimasukkan ke dalam pemodelan. Yaitu kondisi pemodelan dengan galian tanah asli sedalam 5 m, kemudian dilakukan penancangan *sheet pile* sesuai dengan potongan melintang galian tanah yang memiliki tiga lapisan tanah. Berikut adalah langkah-langkah analisis *sheet pile* dengan program *Plaxis 8.5*.

a. *Plaxis Input*

1) Membuka program *plaxis*

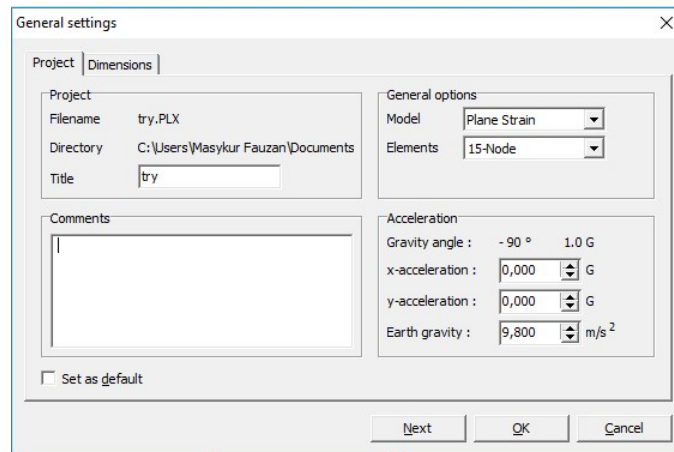
Menjalankan program *Plaxis* dengan cara mengeklik-ganda pada *icon* program *Plaxis input*. Setelah itu akan muncul sebuah kotak dialog *create/open project*, kemudian memilih *new project* lalu klik *OK* untuk membuat proyek baru. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut ini.



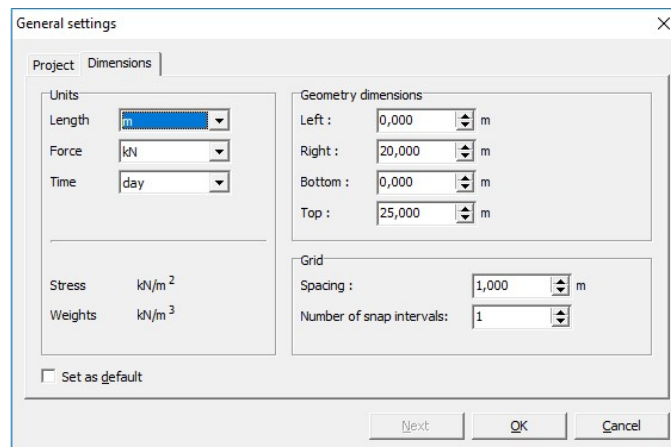
**Gambar 4.3 Menu Awal Dialog *Create/Open project***

## 2) General setting

Pada tahap ini akan di dapatkan dua tab dialog pengaturan global, yaitu tab *project* dan *dimensions*. Tab *project* berfungsi untuk memberi nama proyek yang akan kita analisis. Sedangkan tab *dimensions* berfungsi untuk menentukan satuan yang kita pakai dan menentukan besar kecilnya margin yang akan kita modelkan. Pada penelitian ini menggunakan nama proyek *try* dengan dimensi atas 25 m dan kanan 50 m. Untuk tampilan dari kedua tab tersebut dapat di lihat pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 berikut ini.








**Gambar 4.4 Tab *Project* pada *General Setting***



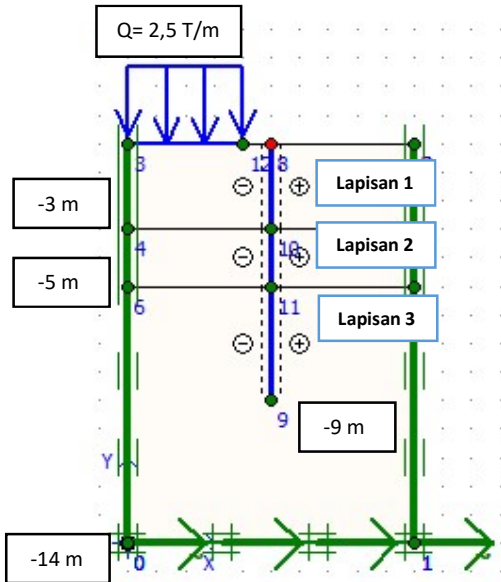
**Gambar 4.5 Tab *Dimensions* pada *General Settings***

### 3) Pemodelan geometri

Dalam pembuatan model geometri terdapat beberapa langkah-langkah yang harus dilakukan yaitu.


- a.  Memilih opsi *Geometri Line* yang telah diaktifkan. Kursor ditempatkan pada koordinat 0.0;0.0 sebagai titik patokan awal. Pada penelitian ini menggunakan koordinat 0.10;0.14 yang menggambarkan lebar tanah analisis sebesar 10 m dan tinggi tanah yang akan dianalisis sebesar 14 m.
- b.  Mengeklik tombol *standard fixities* pada *toolbar* dan mengeklik *standard earthquake boundaries* di menu *loads* bagian atas.
- c.  Mengeklik tombol *plate* dan di letakkan sesuai analisis *sheet pile* yang akan di teliti. Pada penelitian ini *plate* diletakkan pada koordinat 14.5.
- d.  Mengeklik tombol *Distributed load – load system A* pada *toolbar* atau berguna untuk memberi beban titik pada pemodelan. Pada penelitian ini digaanakan beban merata sebesar 25 kN/m.
- e.  Mengeklik tombol *Interface* kemudian arahkan ke *sheet pile* supaya gaya-gaya yang bekerja dapat terdeteksi. Adapun pemodelan setelah diberi pembebanan dan dilakukan *interface* dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.

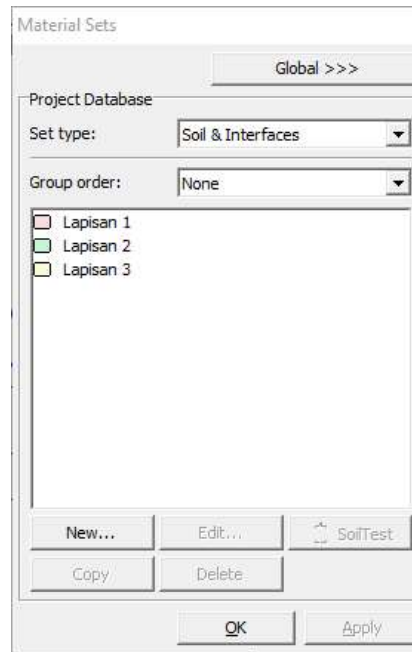




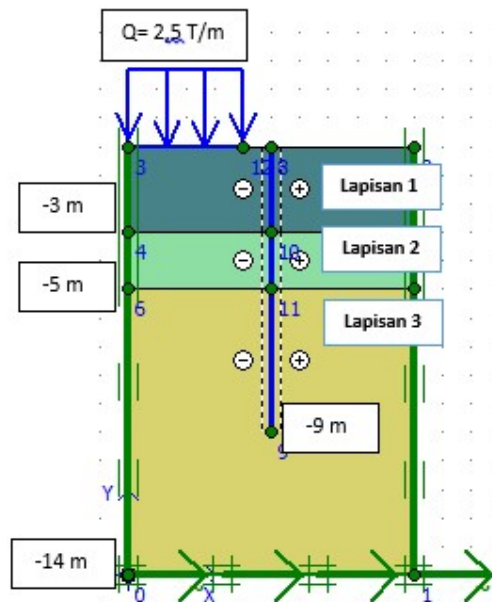
**Gambar 4.6** Pemodelan Geometri

4) Memasukkan material tanah.

Digunakan tombol  *material sets* pada *toolbar* untuk memasukkan data material tanah sesuai data yang sudah diperoleh dilapangan. Kemudian setiap parameter didefinisikan sesuai Gambar 4.7. Setelah itu material yang sudah dibuat di klik dan diseret (*drag*) dari kumpulan data dari jendela *material sets* ke klaster tanah pada bidang gambar dan dilepas tepat di atasnya. Penelitian ini menggunakan 3 lapisan tanah yang memiliki kriteria berbeda-beda setiap lapisnya. Ini berdasarkan dari data *bore log* yang didapatkan dari laporan proyek. Setelah material sudah masuk maka hasilnya dapat dilihat seperti Gambar 4.8 berikut ini.




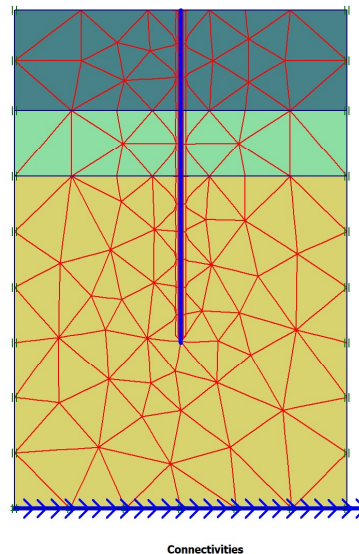
**Gambar 4.7** Jendela pada *Material Sets*



**Gambar 4.8** Pemodelan Setelah Dimasukkan Material Tanah

### 5) *General Meshing*


 Mengklik tombol *Generate Mesh* pada *toolbar*. *Generate Mesh* dilakukan setelah penyusunan jaringan elemen selesai, kemudian akan terbuka sebuah jendela baru dimana ditunjukkan jaringan elemen hingga. Hasil jaringan elemen hingga tanah asli pada penelitian ini terbentuk seperti Gambar 4.9 berikut ini. Setelah itu mengklik tombol <perbaharui> untuk kembali ke modus masukan geometri.






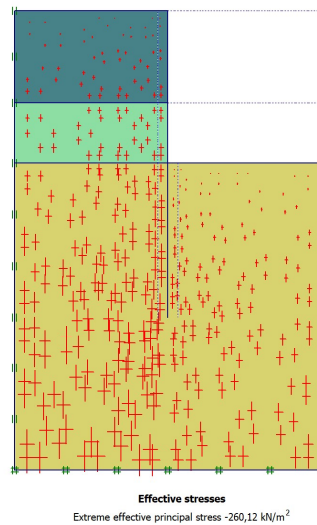
**Gambar 4.9 Jaringan Elemen Hingga (*Meshing*) Tanah Asli**

### 6) *Initial Conditions*

Ada beberapa tahap ketika melakukan *initial conditions* adalah sebagai berikut:

- a.  Mengklik tombol *initial conditions* pada *toolbar*, setelah itu akan muncul sebuah jendela kecil yang menunjukkan nilai pra-pilih dari berat isi air yaitu  $10 \text{ kN/m}^3$  dan klik tombol *OK* untuk memasukka nilai tersebut.

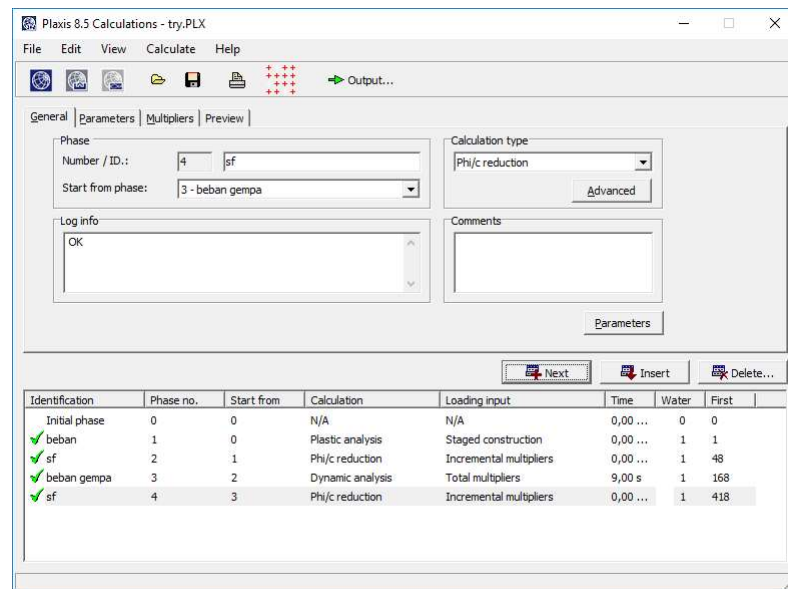
- b.  Mengklik tombol *General initial stresses* pada *toolbar*. Untuk *initial conditions* terdiri dari dua modus yang berbeda, yaitu modus *generate water pressures* dan modus *generate initial stresses*. Pada kondisi modus *generate water pressures* letakkan kursor pada koordinat lapisan tanah asli bagian atas untuk elevasi muka air tanah.  Mengklik tombol *generate water pressures* Kemudian  mengklik tombol *generate initial stresses* yang berada di *toolbar*. Maka akan muncul kotak dialog *Ko-procedure* dan masukkan faktor pengali total untuk berat tanah (*Mweight*) sebesar 1.0 dan klik *OK*. Ini berfungsi untuk mengetahui posisi tanah apakah lurus atau miring, apabila tanah pada kondisi lurus maka nilai berat tanah (*Mweight*) harus sebesar 1.0. Hasil pemodelan Tegangan awal seperti Gambar 4.10 berikut ini.



**Gambar 4.10 Tegangan Awal Tanah Asli**

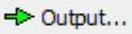
b. *Calculation*

Pada jendela proses *calculation* terdapat empat kolom tab yaitu *general*, *parameters*, *multipliers* dan *preview*. Dalam kolom tab *general* terdapat pilihan *calculation type*, dari *calculation type* dapat dipilih *plastic analysis* yang berguna untuk mengetahui *displacement* sesuai kondisi lapangan yang akan di analisis. Sedangkan *phi/c reduction* digunakan untuk mengetahui pengaruh akibat beban kendaraan atau beban gempa dan kolom tab *parameters* dipilih *staged construction* untuk *loading input*. Pada penelitian ini menggunakan 4 tahap *calculation*, yaitu beban lalu lintas dan beban jalan, perhitungan SF (angka aman), beban gempa dan SF (angka aman) sebelum diberi beban gempa. Apabila tahapan berhasil maka disetiap langkah akan menunjukkan sebuah centang yang berwarna hijau. Tahap *calculation* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut ini.



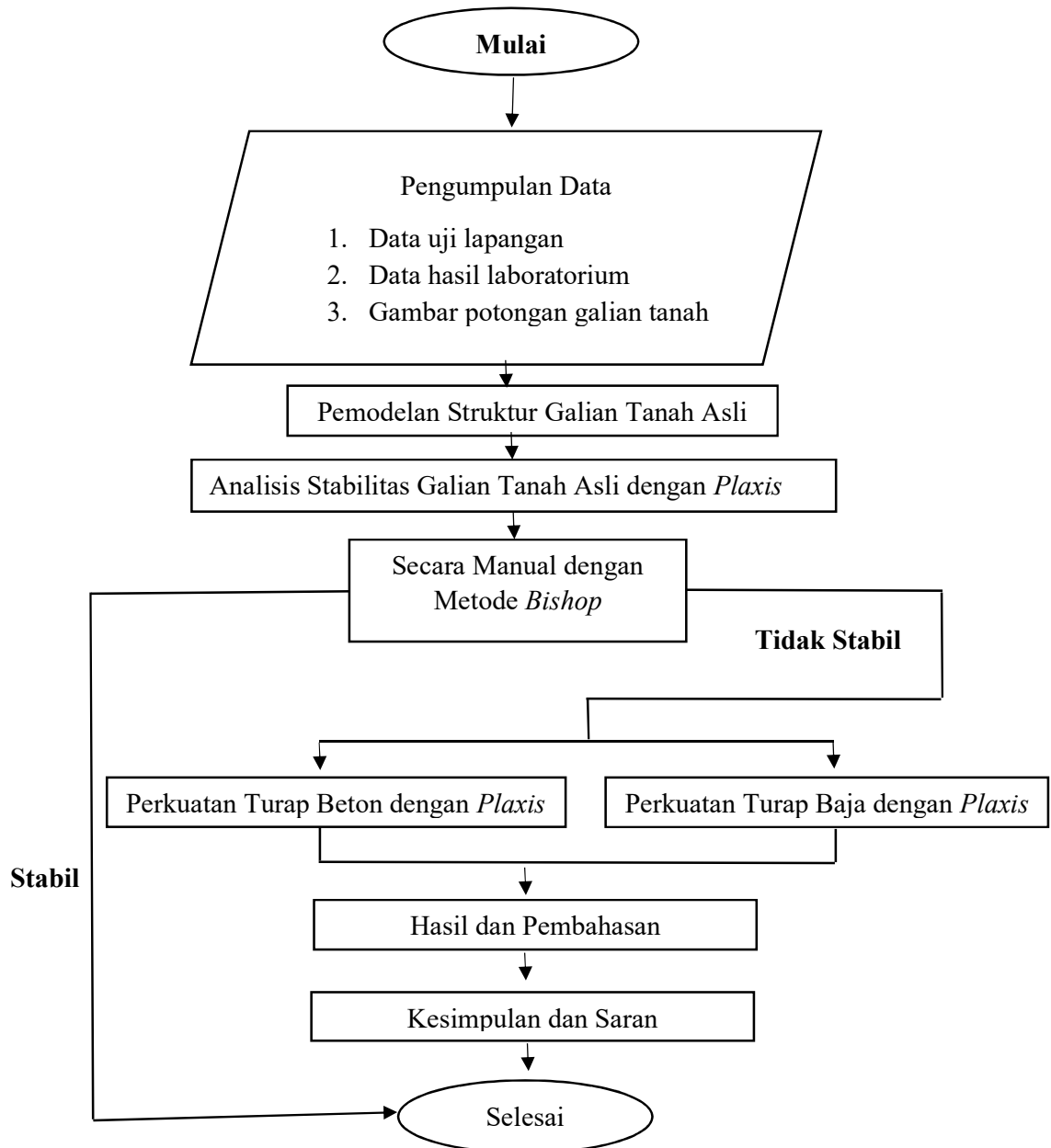
**Gambar 4.11** Tampilan pada Tahap *Calculations*

c. *Output*

 **Output...** Klik tombol *output* berguna untuk menampilkan hasil dari tahap perhitungan analisis. Hasil *output* penelitian ini akan ditampilkan pada Bab V Analisis dan Pembahasan.

#### 4.5 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian atau juga sering disebut *flowchart* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.12 berikut ini.



Gambar 4.12 Bagan Alir Penelitian