

## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Lokasi pengambilan sampel

Dalam studi ini data yang digunakan merupakan data primer sehingga akan dilakukan beberapa uji untuk mengetahui data yang akan diperlukan untuk analisis pada *Software Plaxis 2 Dimensi*.

Lokasi pengambilan sampel tanah terletak pada tiga titik yaitu:

a. TANAH A (Tanah Atas)

Tanah ini secara Astronomis terletak pada  $07^{\circ} 57' 21,4''$  LS dan  $112^{\circ} 36' 15,4''$  BT. Berada di elevasi +511, tanah ini diambil pada kedalaman 1 m dari permukaan tanah yang merupakan tanah timbunan. Sehingga pengambilan sampel diambil pada lokasi dinding longsor. (sketsa lokasi studi bisa dilihat pada gambar 3.6)

b. TANAH B (Tanah Bawah)

Tanah ini secara Astronomis terletak pada  $07^{\circ} 57' 22,1''$  LS dan  $112^{\circ} 36' 13,6''$  BT. Berada di elevasi +496, titik ini berada  $\pm 5$  m dari pinggir sungai, tanah ini merupakan tanah campuran akibat longsor. (sketsa lokasi studi bisa dilihat pada gambar 3.6)

c. TANAH C (Tanah Ladang)

Tanah ini secara Astronomis terletak pada  $07^{\circ} 57' 22,9''$  LS dan  $112^{\circ} 36' 14''$  BT. Berada di elevasi +495, tanah ini merupakan tanah yang berada di bawah perumahan Royal Sigura-gura, tanah ini digunakan untuk bercocok tanam oleh warga sekitar, tanah ini bisa dikondisikan sebagai tanah asli saat sebelum dibangunnya perumahan tersebut. (sketsa lokasi studi bisa dilihat pada gambar 3.6)

Pengambilan *sample* tanah dilakukan dengan cara *disturbed* dan selanjutnya akan dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui komposisi tanah tersebut. Beberapa uji yang dilakukan yaitu :

1. Analisis Butiran ( Uji Ayakan menurut ASTM D-1140 dan *Hydrometer* menurut ASTM D-442-63)

Analisis tersebut dimaksudkan untuk mengetahui agregat tanah yang terkandung dalam Tanah yang diteliti, *Hasil analisis terlampir*

2. Analisis Berat Jenis Tanah, menurut SNI 1964:2008

Analisis tersebut dimaksudkan untuk mengetahui Berat Jenis tanah yang terdapat dalam tanah yang diteliti, *Hasil analisis terlampir*

3. Analisis Pemadatan (Uji *Proctor*) menurut ASTM D698

Analisis tersebut dimaksudkan untuk mengetahui nilai MDD (*Maximum Dry Density*) dan nilai OMC (*Optimum Moisture Content*). Parameter ini digunakan untuk percobaan *Triaxial* dan Permeabilitas, *Hasil analisis terlampir*.

4. Analisis Index Plastisitas Tanah (Uji LL, PL, SL) menurut SNI 1966:2008

Analisis tersebut dimaksudkan untuk mengetahui keplastisitasan tanah, *Hasil analisis terlampir*.

5. Analisis Kuat Geser Tanah (Uji *Triaxial*) menurut SNI 03-4813-1998

Analisis tersebut dimaksudkan untuk mengetahui nilai  $\phi$  (sudut geser) dan  $c$  (kohesi) tanah tersebut yang akan digunakan untuk *input Software*, *Hasil analisis terlampir*.

6. Analisis Permeabilitas (Uji *Falling Head*) menurut SNI 03-6473-2000

Analisis tersebut dimaksudkan untuk mengetahui nilai koefisien permeabilitas tanah yang akan diteliti dan digunakan sebagai *input Software*, *Hasil analisis terlampir*.

Berikut merupakan tabulasi hasil uji laboratorium:

Tabel 4.1 Tabulasi Hasil Uji Laboratorium

Jenis Tanah	Tabulasi Hasil Uji Laboratorium													
	Klasifikasi tanah menurut AASHTO	Klasifikasi tanah menurut <i>Unified</i>	G <sub>s</sub>	MDD (gr/cm <sup>3</sup> )	γ <sub>wet</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	OMC (%)	e	PL (%)	LL (%)	SL (%)	IP (%)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (o)	k (cm/detik)
Tanah A (Tanah Atas)	A-7-5 dan A-7-6 (Tanah Berlempung)	OH (Lempung Organik dengan Plastisitas sedang sampai tinggi)	2,629	1,011	1,45	34	1,55	46,31	63,2	39,92	16,89	0,158	6	4,67029 x 10 <sup>-06</sup>
Tanah B (Tanah Bawah)	A-2-6 (Tanah Pasir berlanau atau berlempung)	SC (Pasir berlanau atau campuran pasir berlempung)	2,428	1,049	1,41	29	1,271	42,93	52,9	22,48	9,97	0,12	7	2,3508 x 10 <sup>-07</sup>
Tanah C (Tanah Ladang)	A-7-5 dan A-7-6 (Tanah Berlempung)	OH (Lempung Organik dengan Plastisitas sedang sampai tinggi)	2,350	1,139	1,38	16	1,002	37,68	53,8	20,62	16,12	0,345	9	1,17705 x 10 <sup>-05</sup>



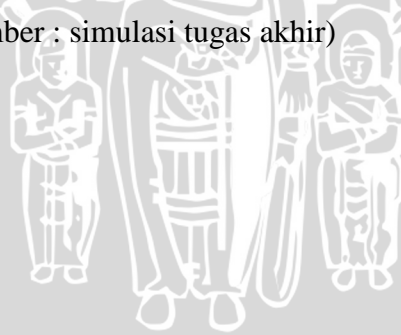


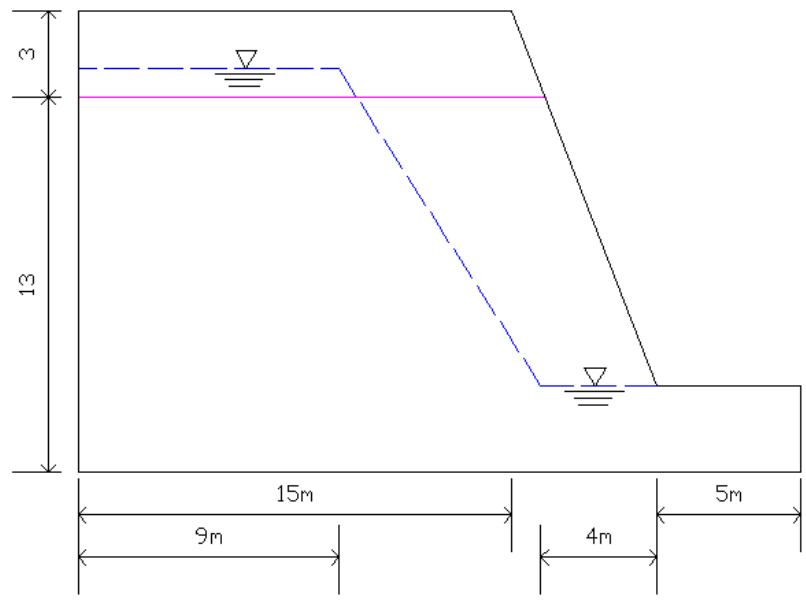
#### 4.2 Simulasi kondisi beban dan rembesan yang akan di aplikasikan kedalam perhitungan Faktor Keamanan lereng.

Pola rembesan yang digunakan mengacu pada kondisi di lapangan yang seperti ditampilkan pada gambar berikut :



Gambar 4.1 Pola Rembesan di Lokasi Longsor  
(sumber : simulasi tugas akhir)

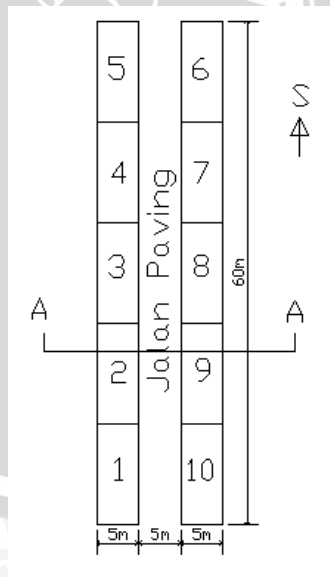




Gambar 4.2 Sketsa kondisi rembesan di lokasi longsor  
(sumber : simulasi tugas akhir)

#### 4.2.1 Perhitungan Beban Terpusat (Rumah dan Jalan Paving di Perumahan Royal Sigura-gura Malang)

Perhitungan beban mengacu pada jumlah rumah yang ada di Perumahan Royal Sigura-gura Malang dengan luasan rumah sebesar = 60 m<sup>2</sup> . berikut merupakan perhitungan beban.



Gambar 4.3 Sketsa jumlah rumah tampak atas  
(sumber : simulasi tugas akhir)



#### 4.2.1.1 Perhitungan Beban Rumah

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } \gamma_{\text{beton}} &= 22 \text{ kN/m}^3 \\ \gamma_{\text{batu bata}} &= 17 \text{ kN/m}^3 \\ \text{Panjang Jalan} &= 60 \text{ m} \\ \text{Luas satu rumah} &= 60 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \gamma_{\text{rumah}} &= \frac{(\gamma_{\text{beton}} + \gamma_{\text{batu bata}})}{2} \\ &= \frac{(22 + 17)}{2} \\ &= 19,5 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban merata rumah} &= \gamma_{\text{rumah}} \times \text{panjang jalan} \\ &= 19,5 \times 60 \\ &= 1170 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban terpusat rumah} &= \text{Beban merata rumah} / \text{luas satu rumah} \times \text{jumlah rumah} \\ &= 1170 / 60 * 5 \\ &= 97,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

#### 4.2.1.2 Perhitungan beban jalan paving

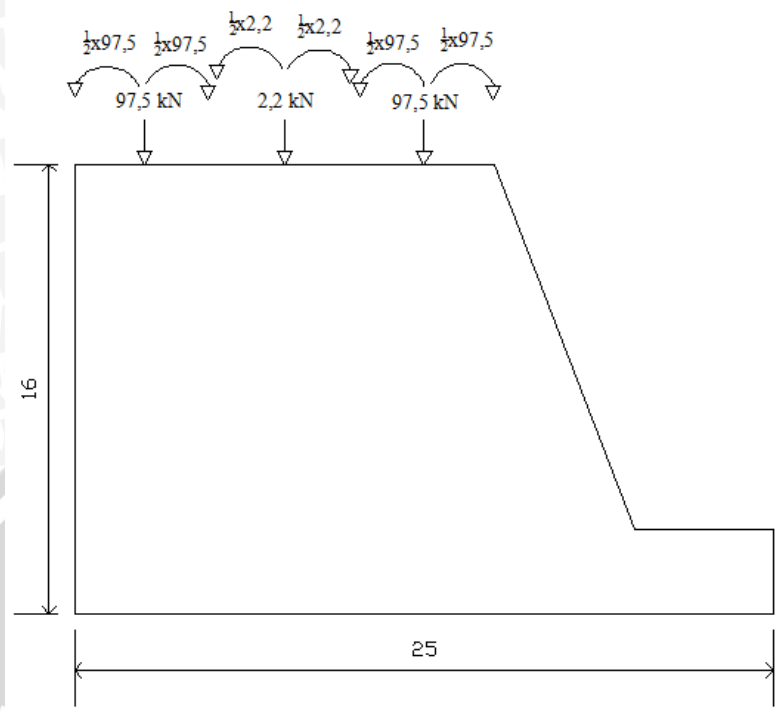
$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } \gamma_{\text{beton}} &= 22 \text{ kN/m}^3 \\ \text{Panjang Jalan} &= 60 \text{ m} \\ \text{Luas Jalan} &= 300 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Beban merata jalan} &= \gamma_{\text{beton}} \times \text{Panjang Jalan} \\ &= 22 \times 60 \\ &= 1320 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban terpusat jalan} &= \text{Beban merata jalan} / \text{luas jalan raya} \\ &= 1320 / 300 \\ &= 2,2 \text{ kN} \end{aligned}$$

Pembagian Beban Terpusat Rumah dan Jalan :



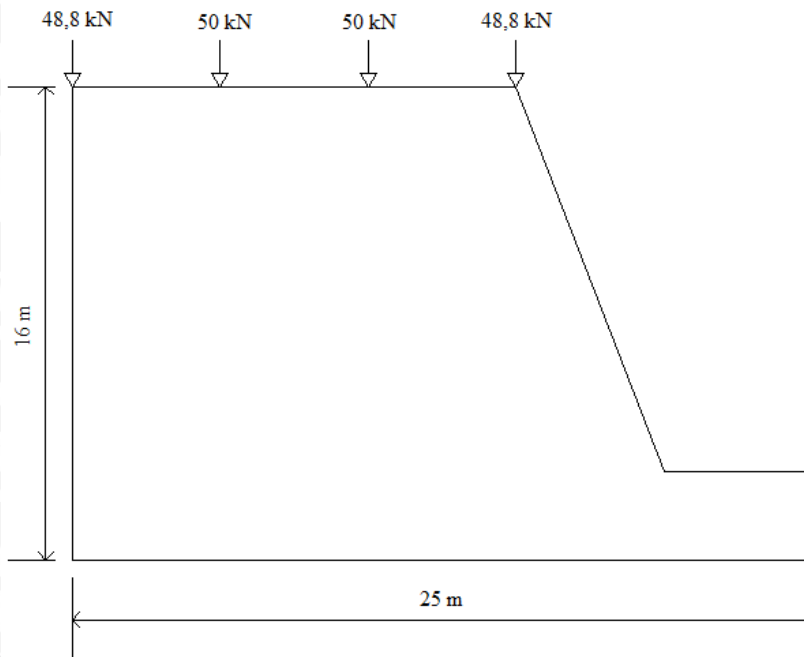
Gambar 4.4 Potongan A-A penggambaran beban terpusat pada lereng

(sumber : simulasi tugas akhir)

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Terpusat A} &= \frac{1}{2} \times \text{Beban Terpusat Rumah} \\
 &= \frac{1}{2} \times 97,5 \\
 &= 48,75 \approx 48,8 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Terpusat B} &= \left(\frac{1}{2} \times \text{Beban Terpusat Rumah}\right) + \left(\frac{1}{2} \times \text{Beban Terpusat}\right. \\
 &\quad \left.\text{Jalan Paving}\right) \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times 97,5\right) + \left(\frac{1}{2} \times 2,2\right) \\
 &= 48,8 + 1,1 \\
 &= 50 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Hasil Penggambaran Beban Terpusat pada lereng :



Gambar 4.5 Potongan A-A penggambaran beban terpusat pada lereng  
(Sumber : Simulasi tugas akhir)

### 4.3 Analisis Perhitungan Faktor Keamanan Lereng Secara Manual dengan Menggunakan Metode *Bishop*

#### 4.3.1 Asumsi Stratifikasi Tanah Homogen dengan Berbagai Macam Kondisi

##### 4.3.1.1 Kondisi Kompleks (Adanya Rembesan dan Beban)

Diketahui	$\gamma_{dry}$ tanah atas	= 10,306 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma_{wet}$ tanah atas	= 14,781 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma_{air}$	= 10 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma_{rumah}$	= 19,5 kN/m <sup>3</sup>
	(sebagai asumsi beban bangunan)	
	C (kohesi tanah atas)	= 15,5 kPa
	$\varphi$ (sudut geser tanah atas)	= 6°
	Panjang Pias 1 (diatas garis freatik)	= 2 m
	Panjang Pias 1 (dibawah garis freatik)	= 0,67 m
	Lebar Pias 1 (diatas garis freatik)	= 2 m
	Lebar Pias 1 (dibawah garis freatik)	= 2 m
	$\alpha^\circ$	= -65°



- a.  $w = (\gamma_{dry} \text{ tanah atas} \times \text{Panjang Pias 1 di atas garis freatik} \times \text{Lebar Pias 1 di atas garis freatik}) + (\gamma_{wet} \times \text{Panjang Pias 1 di bawah garis freatik} \times \text{Lebar Pias 1 di bawah garis freatik}) + (\gamma_{rumah} \times \text{Lebar Pias 1 di atas garis freatik})$   
 $= (10,306 \times 2 \times 2) + (14,781 \times 0,67 \times 2) + (19,5 \times 2)$   
 $= 100,03$
- b.  $w \sin \alpha^\circ = 100,03 \times \sin -65^\circ$   
 $= -90,658$
- c.  $u = \gamma_{air} \times \text{Panjang Pias 1 di bawah garis freatik}$   
 $= 10 \times 0,67$   
 $= 6,7$
- d.  $u \times b = u \times \text{Lebar Pias 1 di atas garis freatik}$   
 $= 6,7 \times 2$   
 $= 13,4 \text{ kN/m}^2$
- e.  $C \times b = \text{Kohesi tanah atas} \times \text{Lebar Pias 1 di atas garis freatik}$   
 $= 15,5 \times 2$   
 $= 31$
- f.  $(W-u.b) \tan \varphi = (100,03 - 13,4) \cdot \tan 6^\circ$   
 $= 9,105$
- g.  $(W-u.b) \tan \varphi + c.b = 9,105 + 31$   
 $= 40,105$
- h.  $\sec \alpha / (1 + (\tan \alpha \times \tan \varphi / F)) = \sec -65^\circ / (1 + (\tan -65^\circ \times \tan 6^\circ / 1))$   
 $= 3,055$
- i.  $m = (W-u.b) \tan \varphi + c.b \times \sec \alpha / (1 + (\tan \alpha \times \tan \varphi / F))$   
 $= 40,105 \times 3,055$   
 $= 122,511$
- j.  $F_s \text{ (trial error ke tiga)} = \frac{\sum m}{\sum w \sin \alpha^\circ}$   
 $= \frac{598,149}{850,368}$   
 $= 0,7 \leq 1 \text{ (Lereng dalam keadaan longsor)}$   
(perhitungan selanjutnya terlampir)

### 4.3.2 Asumsi Stratifikasi Tanah Heterogen dengan Berbagai Macam Kondisi

#### 4.3.2.1 Kondisi Kompleks (Adanya Rembesan dan Beban)

Contoh Pengerjaan :

Diketahui :  $\gamma_{dry}$  tanah atas = 10,306 kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_{dry}$  tanah bawah = 10,69 kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_{wet}$  tanah atas = 14,781 kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_{wet}$  tanah bawah = 14,373 kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_{air}$  = 10 kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_{rumah}$  = 19,5 kN/m<sup>3</sup>

(sebagai asumsi beban bangunan)

C (kohesi tanah atas) = 15,5 kPa

C (kohesi tanah bawah) = 11,722 kPa

$\phi$  (sudut geser tanah atas) = 6°

$\phi$  (sudut geser tanah bawah) = 7°

Panjang Pias 1 (diatas garis freatik) = 2 m

Panjang Pias 1 (dibawah garis freatik) = 0,67 m

Lebar Pias 1 (diatas garis freatik) = 2 m

Lebar Pias 1 (dibawah garis freatik) = 2 m

$\alpha^\circ$  = -65°

k.  $w = (\gamma_{dry} \text{ tanah atas} \times \text{Panjang Pias 1 diatas garis freatik} \times \text{Lebar Pias 1 diatas garis freatik}) + (\gamma_{wet} \times \text{Panjang Pias 1dibawah garis freatik} \times \text{Lebar Pias 1dibawah garis freatik}) + (\gamma_{rumah} \times \text{Lebar Pias 1 diatas garis freatik})$   
 $= (10,306 \times 2 \times 2) + (14,781 \times 0,67 \times 2) + (19,5 \times 2)$   
 $= 100,031$

l.  $w \sin\alpha^\circ = 100,03 \times \sin-65^\circ$   
 $= -90,658$

m.  $u = \gamma_{air} \times \text{Panjang Pias 1dibawah garis freatik}$   
 $= 10 \times 0,67$   
 $= 6,7$

n.  $u \times b = u \times \text{Lebar Pias 1 diatas garis freatik}$   
 $= 6,7 \times 2$

$$= 13,4 \text{ kN/m}^2$$

o.  $C \times b =$  Kohesi tanah atas  $\times$  Lebar Pias 1 diatas garis freatik

$$= 15,5 \times 2$$

$$= 31$$

p.  $(W-u.b) \tan \varphi = (100,03-13,4) \cdot \tan 6^\circ$

$$= 9,105$$

q.  $(W-u.b) \tan \varphi + c.b = 9,105 + 31$

$$= 40,105$$

r.  $\sec \alpha / (1 + (\tan \alpha \times \tan \varphi / F)) = \sec -65^\circ / (1 + (\tan -65^\circ \times \tan 6^\circ / 1))$

$$= 3,055$$

s.  $m = (W-u.b) \tan \varphi + c.b \times \sec \alpha / (1 + (\tan \alpha \times \tan \varphi / F))$

$$= 40,105 \times 3,055$$

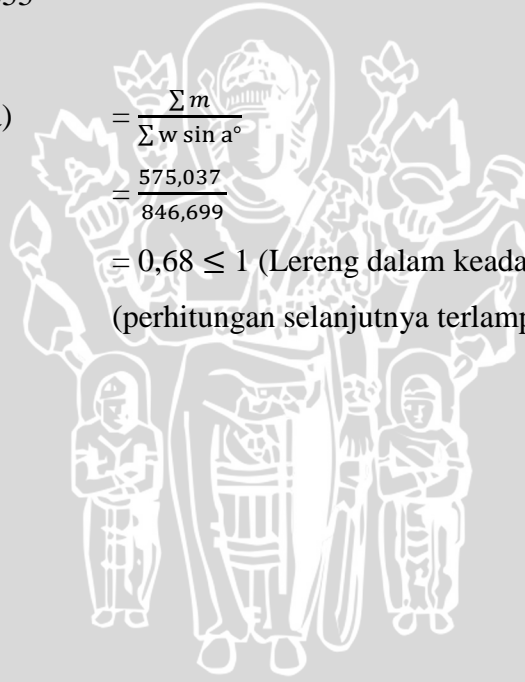
$$= 122,511$$

t.  $F_s$  (trial error ke tiga)  $= \frac{\sum m}{\sum w \sin a^\circ}$

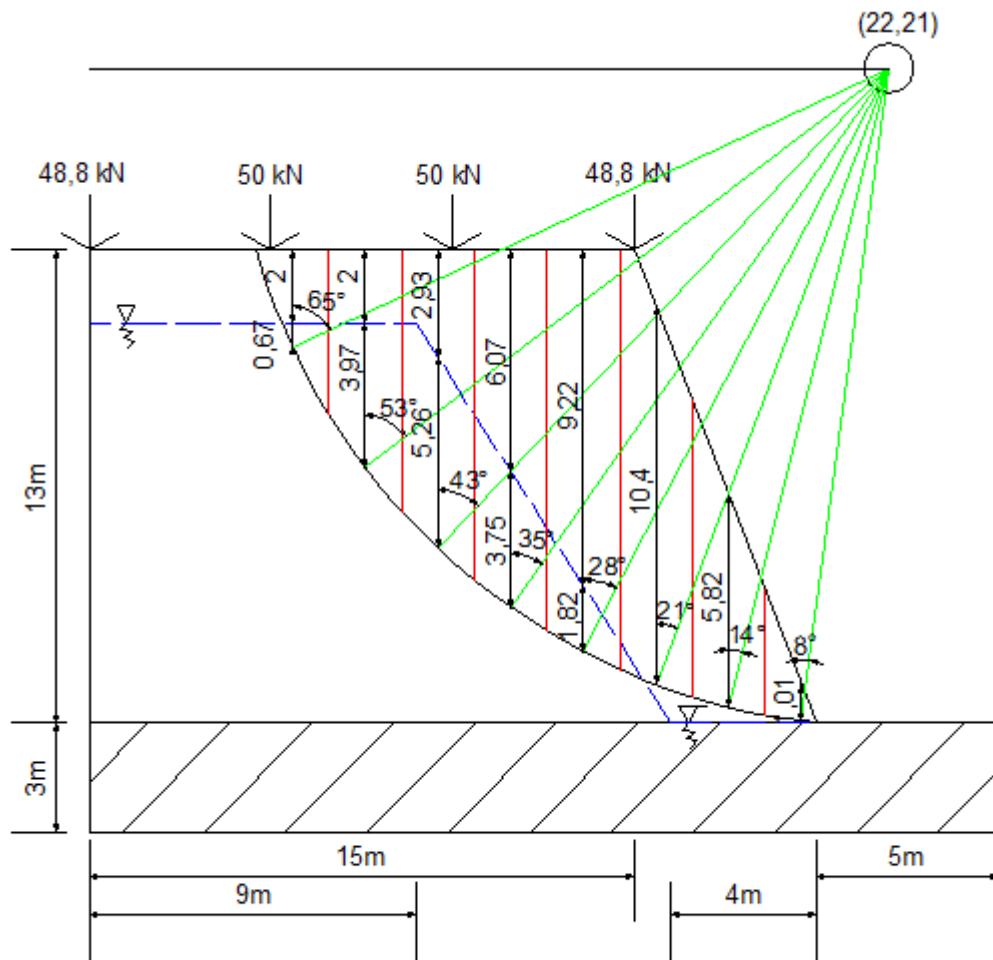
$$= \frac{575,037}{846,699}$$

$$= 0,68 \leq 1 \text{ (Lereng dalam keadaan longsor)}$$

(perhitungan selanjutnya terlampir)







Gambar 4.6 Stabilitas lereng dengan memisalkan tanah homogen dalam kondisi ada beban terpusat dan ada rembesan

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Data :																					
$\gamma$ air =	10	$\text{kN/m}^3$	$\gamma$ wet =	14,781	$\text{Kn/m}^3$					$\gamma$ rumah =	19,5	$\text{kN/m}^3$									
$\gamma$ dry =	10,3058	$\text{kN/m}^3$																			
$\phi =$	6	°																			
C =	15,5	kPa																			

**Tabel 4.2 Perhitungan Stabilitas Lereng dengan mensimulasikan tanah homogen dalam kondisi ada beban terpusat dan rembesan (Trial 1)**

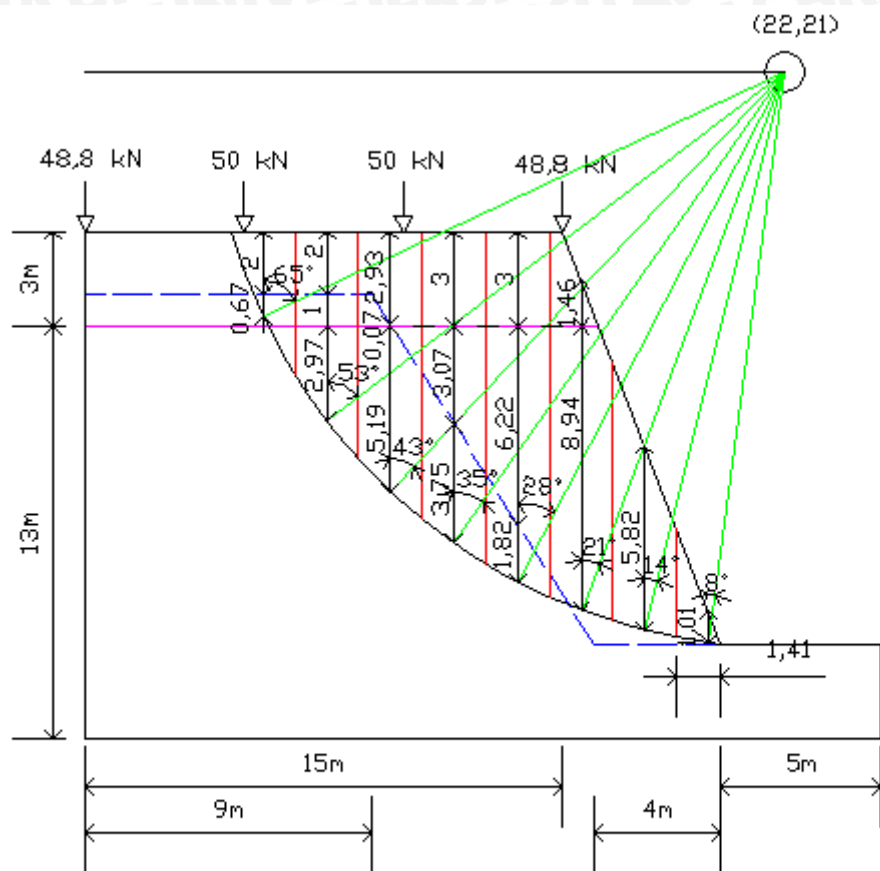
Pias	B	H	w	$\alpha$ (°)	W sino	u	u b	c b	(W-ub) tan $\phi$	(W-ub) tan $\phi + c$	trial pertama		trial kedua		trial ketiga	
											1,00	m	0,67	m	0,71	m
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]
1	2,00	2	100,030	-65	-90,658	6,7	13,4	31	9,105	40,105	3,055	122,510	3,574	143,353	3,459	138,732
2	2,00	0,67	197,584	-83	-157,793	39,7	79,4	31	12,422	43,422	1,931	83,846	2,101	91,235	2,065	89,687
3	2,00	2,93	254,888	-43	-173,893	52,6	105,2	31	13,733	46,733	1,516	70,842	1,603	74,910	1,585	74,077
4	2,00	6,07	274,970	-35	-157,716	37,5	75	31	11,018	32,018	1,318	68,547	1,372	71,380	1,361	70,807
5	2,00	9,22	282,842	-28	-132,786	18,2	36,4	31	25,902	56,902	1,200	68,260	1,236	70,341	1,229	69,924
6	2,00	10,4	253,361	-21	-90,796	0	0	31	26,629	57,629	1,116	64,325	1,140	65,705	1,135	65,430
7	2,00	5,82	158,960	-14	-38,456	0	0	31	16,707	47,707	1,058	50,491	1,073	51,179	1,070	51,043
8	2,00	4,01	59,818	-8	-8,325	0	0	31	6,287	37,287	1,025	38,218	1,033	38,507	1,031	38,450
<b>Jumlah</b>					<b>850,368</b>							<b>567,039</b>		<b>606,609</b>		<b>598,149</b>
												0,67		0,71		0,70

**Keterangan**

[1]	Data	[6]	$[4] \cdot \sin[5]$	[11]	$[9] - [10]$	[16]	$\sec [5] / (1 + (\tan [5] \times \tan \phi / F))$
[2]	Gambar	[7]	$\gamma$ air * Hair	[12]	$\sec [5] / (1 + (\tan [5] \times \tan \phi / F))$	[17]	$[11] \cdot [16]$
[3]	Gambar	[8]	$[7] \cdot [2]$	[13]	$[11] \cdot [12]$		
[4]	$\gamma$ dry * [2] * [3] + $\gamma$ wet * [2] * [3] + $\gamma$ rumah * [2] * [3]	[9]	$C \cdot [2]$	[14]	$\sec [5] / (1 + (\tan [5] \times \tan \phi / F))$		
[5]	Gambar	[10]	$([4] - [8]) \cdot \tan \phi$	[15]	$[11] \cdot [14]$		

Page 1





Gambar 4.7 Stabilitas lereng tanah atas dan bawah dalam kondisi ada beban terpusat dan ada rembesan







#### 4.4 Analisis Perhitungan Faktor Keamanan Lereng Menggunakan *Software Plaxis* 2 Dimensi

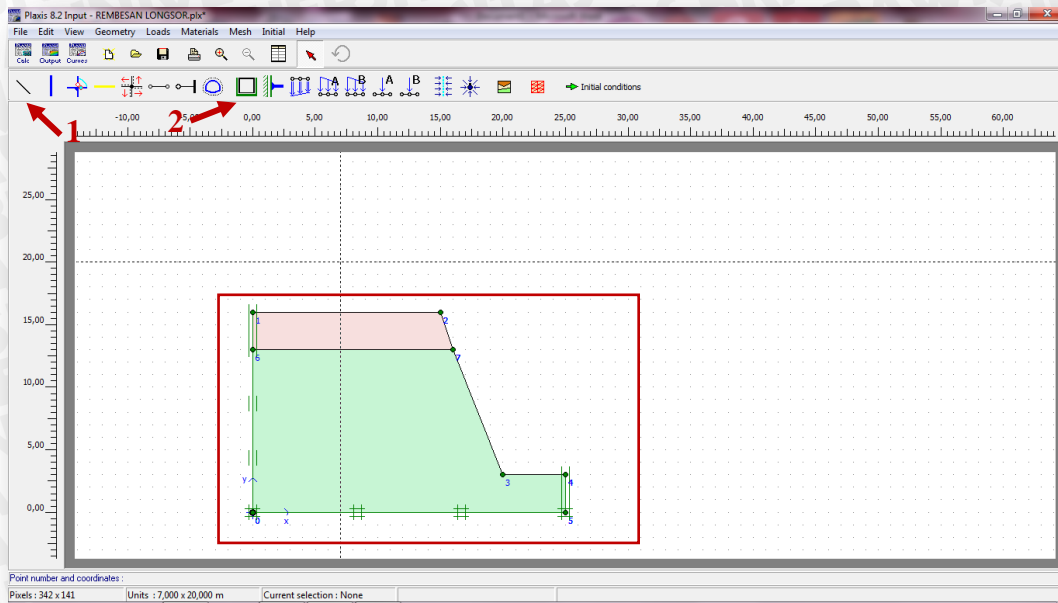
##### 4.4.1 *Input Data* pada Lereng yang longsor dengan Simulasi Kondisi Kompleks (Adanya Rembesan dan Beban)

1. Memasukkan nilai koordinat yang sesuai untuk penggambaran profil lereng yang ada dilokasi studi. Tinggi dan lebar lereng harus sesuai pada lokasi studi.
2. Setelah itu memasukkan kondisi batas standar pada geometri yang sudah terbentuk menjadi sebuah profil lereng. Hal ini dilakukan untuk menerapkan kondisi batas umum pada model geometri yang sudah dibentuk, agar pengerjaan yang dilakukan tidak keluar dari batas yang ada.
3. Setelah nilai koordinat dimasukkan sehingga terbentuk suatu profil lereng dan batas standar juga dimasukkan, maka langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah mengisi data material tanah sesuai dengan hasil uji laboratorium masing-masing tanah.
  - a. Pengisian identifikasi tanah harus sesuai dengan jenis tanah yang sudah dilakukan melalui uji laboratorium tanah, dalam hal ini dihasilkan jenis tanah untuk tanah atas adalah lempung organik dan tanah bawah adalah pasir berlanau.
  - b. Memasukkan model material tanah adalah *Mohr-Coulomb*. Pemilihan model ini digunakan untuk pendekatan awal terhadap perilaku tanah secara umum. Model ini meliputi lima buah parameter yaitu modulus Young ( $E$ ), angka Poisson ( $\nu$ ), kohesi tanah ( $C$ ), sudut geser tanah ( $\varphi$ ) dan sudut dilatasi.
  - c. Memilih tipe material sebagai Undrained (tak terdrainase). Dikarenakan jenis tanah termasuk lempung organik dan pasir berlanau, karena perilaku tanah yang mempunyai permeabilitas yang rendah sehingga sulit untuk menyerap air. Model ini juga digunakan untuk pembentukan tekanan air berlebih dan kecepatan pembebanan yang besar.
  - d. Memasukkan nilai berat isi jenuh ( $\gamma_{sat}$ ) dan berat isi tidak jenuh ( $\gamma_{unsat}$ ) pada masing-masing tanah sesuai dengan hasil uji laboratorium yang sudah

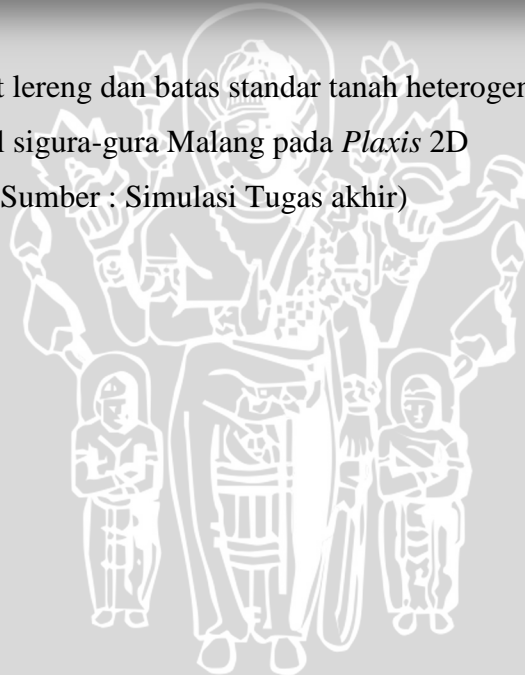
- dilakukan. Berat isi tidak jenuh ( $\gamma_{\text{unsat}}$ ) diterapkan diatas garis freatik dan sebaliknya berat isi jenuh ( $\gamma_{\text{sat}}$ ) diterapkan dibawah garis freatik.
- e. Langkah selanjutnya adalah mengisi nilai koefisien permeabilitas tanah untuk masing-masing tanah sesuai dengan hasil uji laboratorium yang dilakukan. Untuk nilai permeabilitas vertikal ( $k_x$ ) dan permeabilitas horizontal ( $k_y$ ) dianggap sama untuk masing-masing jenis tanah. Nilai permeabilitas digunakan sebagai parameter kecepatan tanah untuk menyerap air yang terjadi akibat adanya rembesan.
  - f. Memasukkan parameter kekakuan tanah dengan mengisi nilai dari koefisien modulus Young dan angka Poisson pada masing-masing tanah. Modulus Young mempunyai satuan tegangan (satuan gaya per satuan luas). Untuk mengisi koefisien angka Poisson pada perilaku tak terdrainase disarankan memasukkan angka Poisson efektif.
  - g. Mengisi parameter kuat geser tanah diantaranya kohesi tanah (C), dan sudut geser tanah ( $\phi$ ) pada masing-masing tanah sesuai pada hasil uji laboratorium yang sudah dilakukan, diantaranya melalui diagram *Mohr-Coulomb*.
4. Sesuai simulasi yang diinginkan, yaitu adanya beban maka langkah selanjutnya adalah memasukkan dan mengaktifkan nilai beban sesuai hasil perhitungan di lokasi studi.
- a. Menggambar beban terpusat sesuai dengan lebar lereng yang ada di lokasi studi dan membagi setiap titik yang diinginkan.
  - b. Lalu klik *set dynamic load system* untuk mengaktifkan nilai beban terpusat yang ada
  - c. Mengisi nilai beban terpusat yang ada sesuai hasil perhitungan di lokasi studi. Didapatkan nilai beban terpusat sebesar 48,8 kN dan 50 kN (didapat dari hasil perhitungan beban terpusat hal. 62)
5. Setelah model geometri telah didefinisikan secara lengkap dan semua sifat material tanah telah diaplikasikan ke seluruh geometri yang ada, maka geometri yang sudah terbentuk menjadi sebuah lereng harus dibagi-bagi menjadi elemen-elemen untuk melakukan perhitungan elemen hingga. Komposisi dari elemen-elemen ini disebut sebagai jaring-jaring elemen hingga.

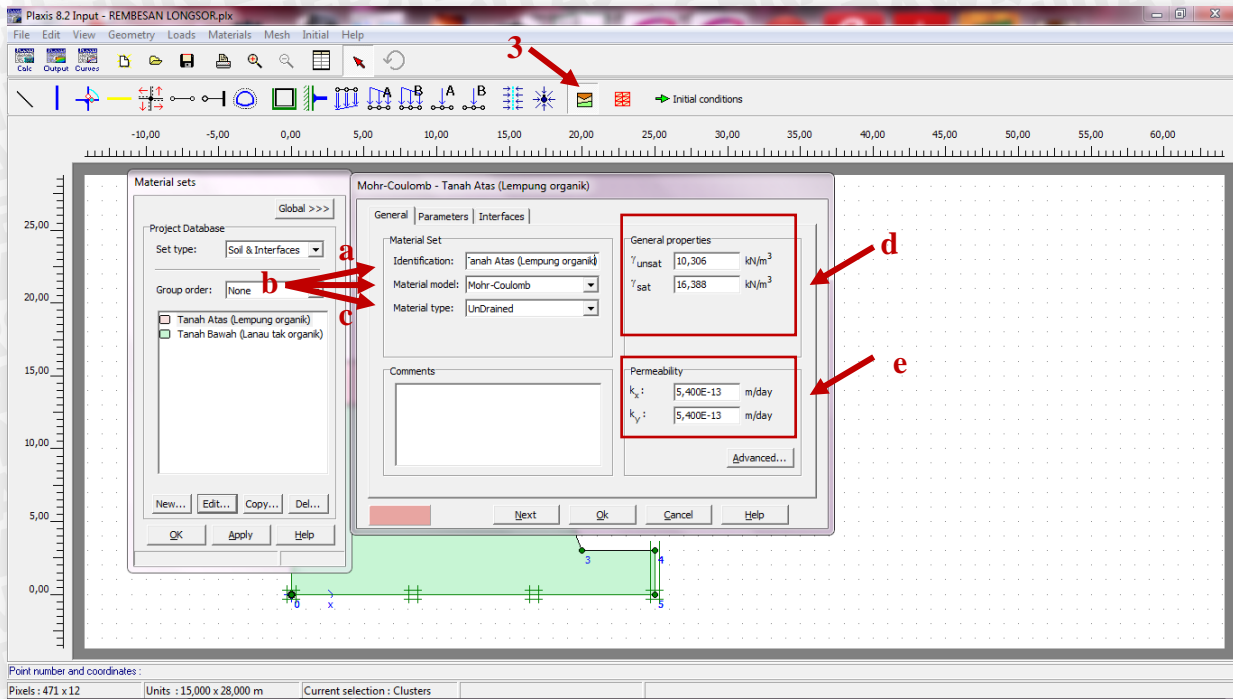


6. Untuk mengetahui tekanan air pori akibat rembesan yang terjadi di lokasi studi maka langkah selanjutnya adalah klik perintah *initial condition* pada *toolbar*.
  - a. Untuk mensimulasikan adanya tekanan air pori maka langkah yang harus dilakukan adalah mengaktifkan atau menekan tombol *switch* pada *toolbar*.
  - b. Setelah itu pilih tombol *phreatic level* (garis *freatik*) untuk menggambar pola rembesan yang sesuai di lokasi studi.
  - c. Menggambar pola rembesan yang sesuai pada lokasi studi.
  - d. Setelah pola rembesan terbentuk, maka langkah selanjutnya adalah menghitung tekanan air pori berdasarkan garis *freatik*. Karena akan mensimulasikan adanya rembesan.
  - e. Maka dengan otomatis akan didapatkan nilai dari tekanan air pori yang sudah terbentuk akibat adanya rembesan yang sesuai di lokasi studi.
7. Untuk melanjutkan kemodus konfigurasi geometri dari modus tekanan air, maka klik tombol sebelah kanan dari *switch* pada *toolbar*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tegangan efektif awal yang akan terbentuk.
  - a. Sesuai dengan prosedur  $K_0$  bahwa perhitungan tegangan awal tidak mengikutsertakan beban-beban eksternal dan berat dari elemen struktur dalam perhitungan.
  - b. Maka akan keluar hasil dari tegangan efektif awal sesuai dengan prosedur  $K_0$ .
  - c. Untuk langkah selanjutnya adalah running simulasi lereng longsor akibat adanya rembesan dan beban, dengan meng klik tombol *calculate* pada *toolbar*.



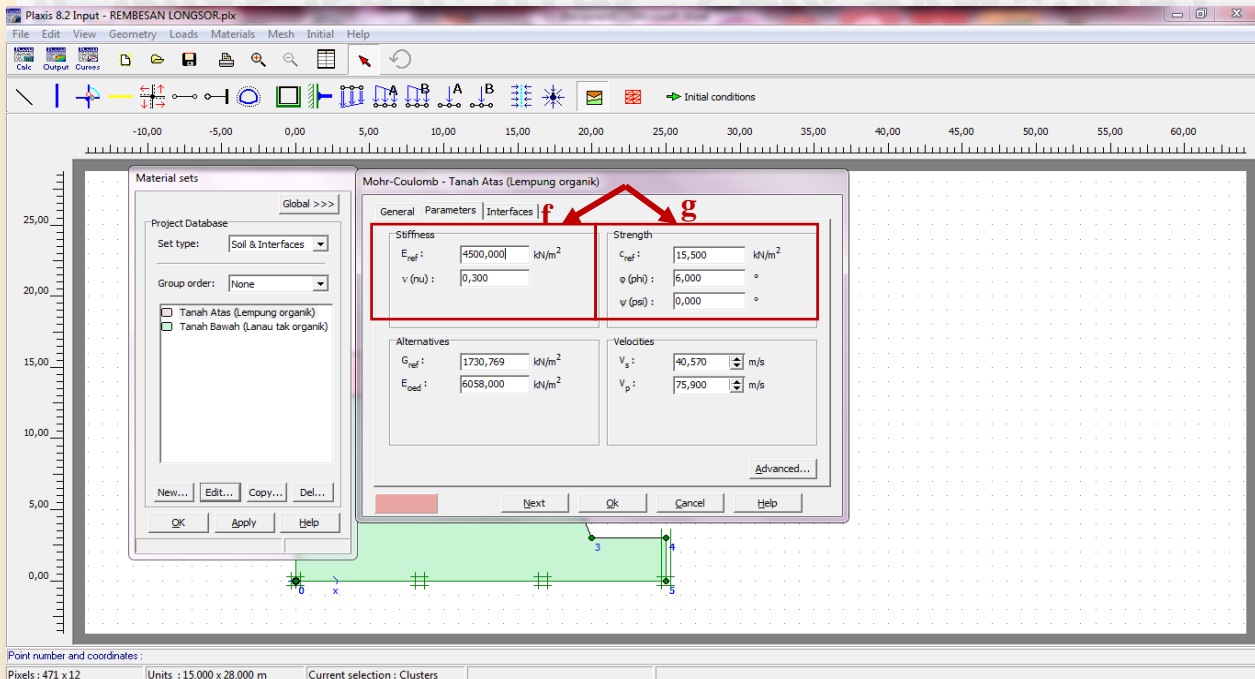
Gambar 4.8 *Input* koordinat lereng dan batas standar tanah heterogen pada perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)



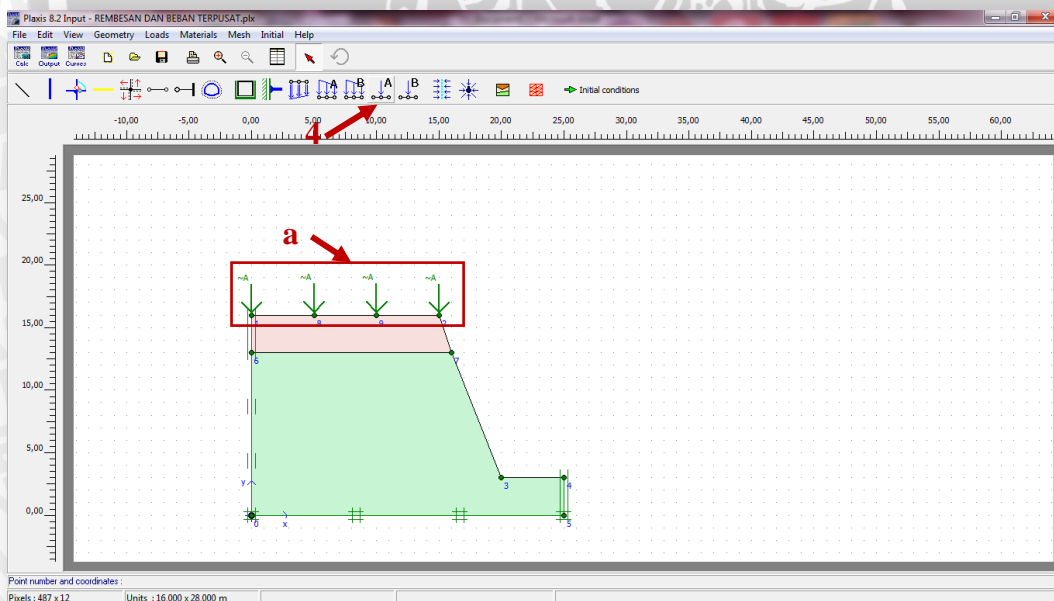


Gambar 4.9 *Input* data material tanah heterogen pada perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)

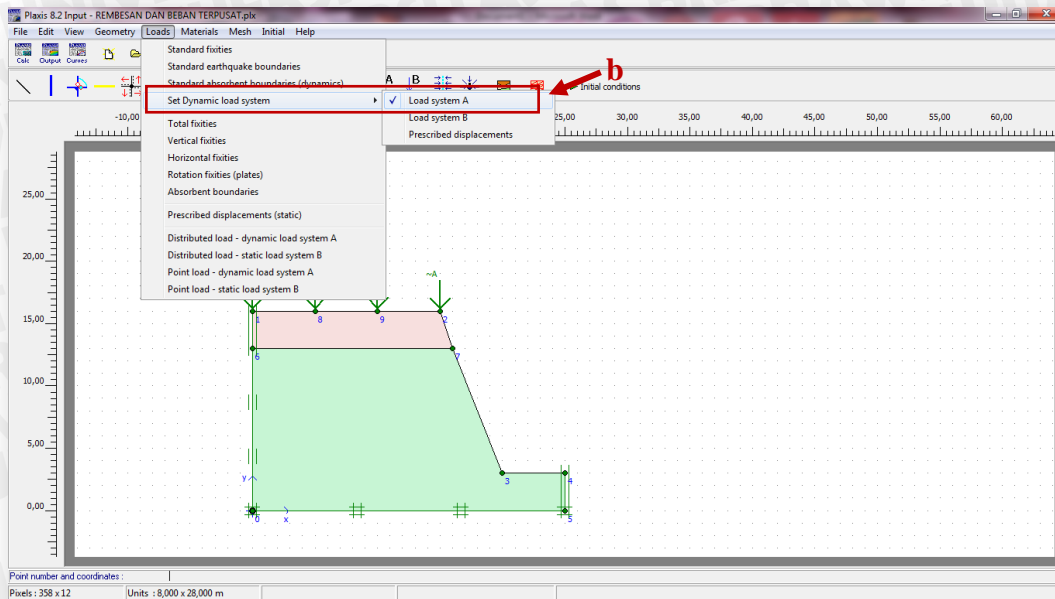




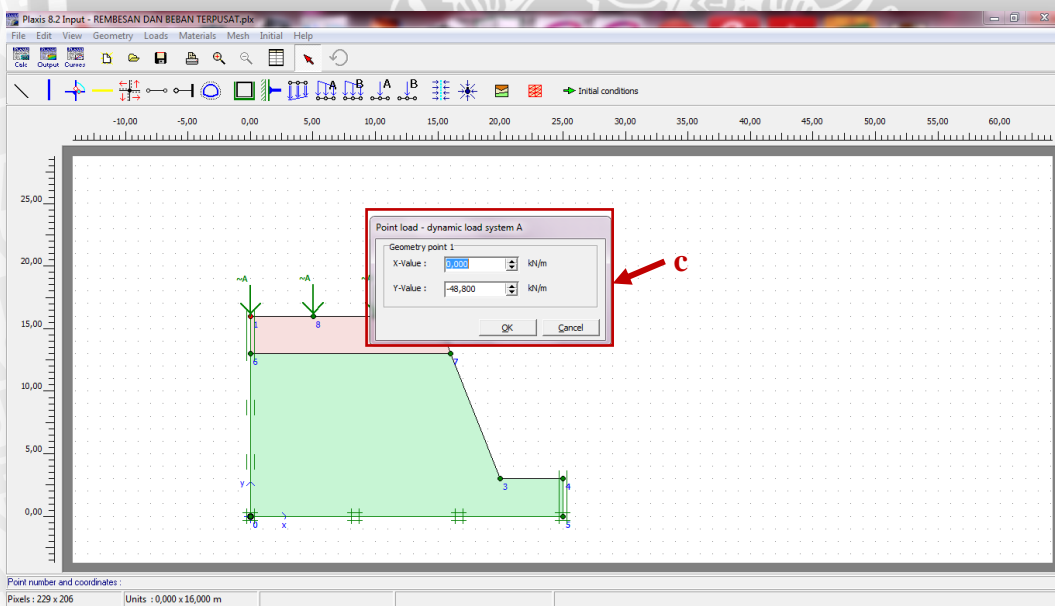
Gambar 4.10 *Input* data material tanah heterogen pada perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)



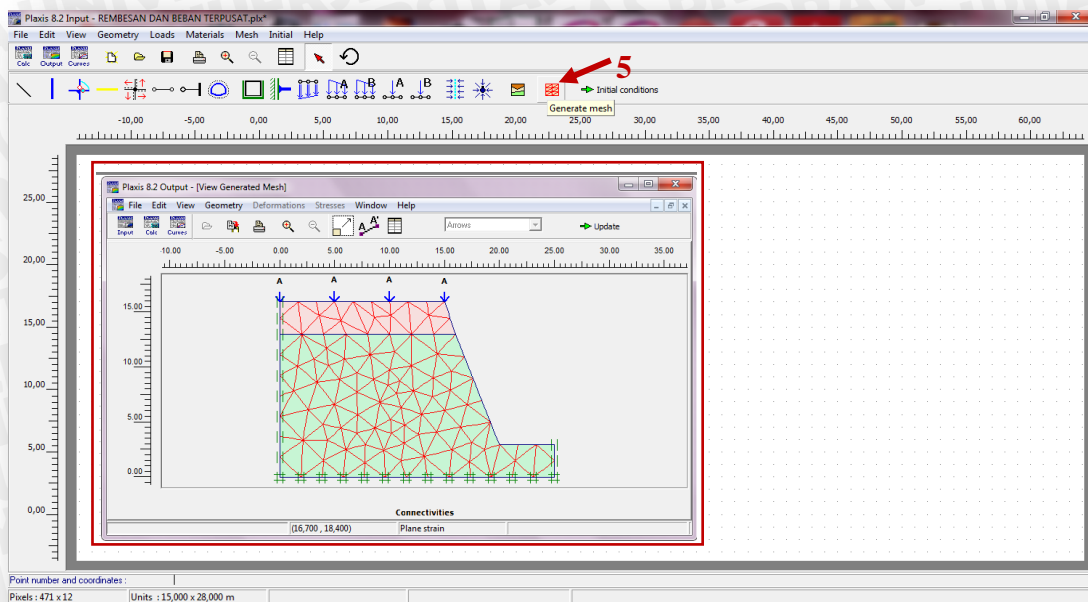
Gambar 4.11 Penggambaran beban terpusat tanah heterogen pada perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)



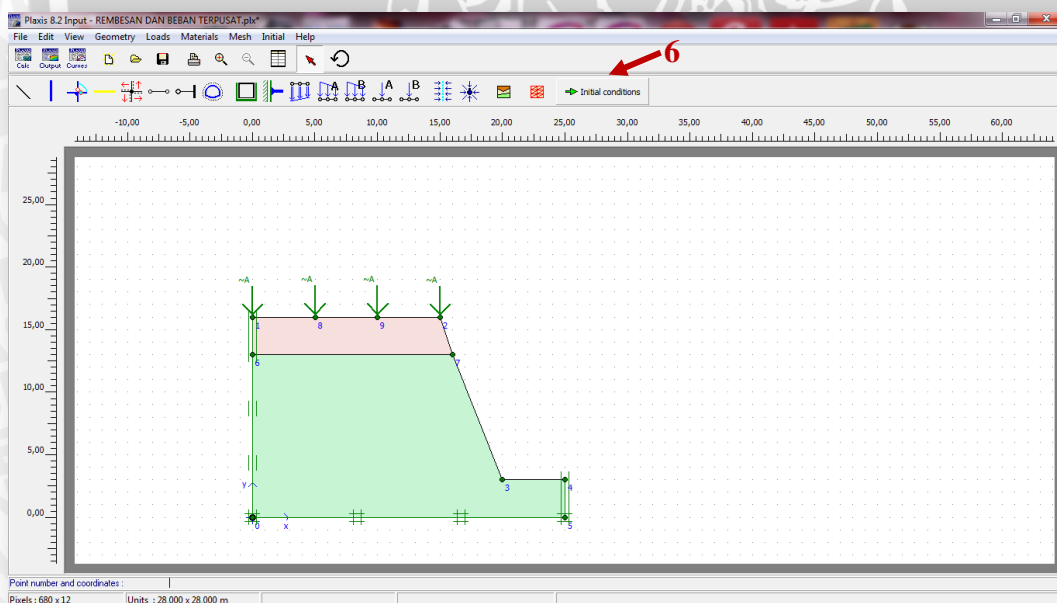
Gambar 4.12 Pengaktifan beban terpusat tanah heterogen pada perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)



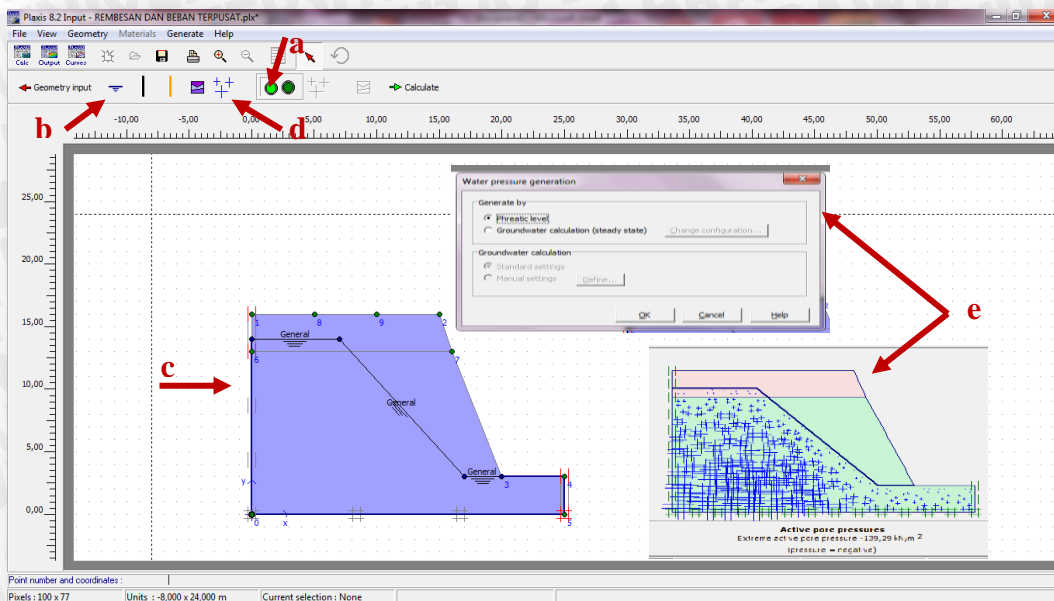
Gambar 4.13 Pemberian nilai beban terpusat tanah heterogen pada perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)



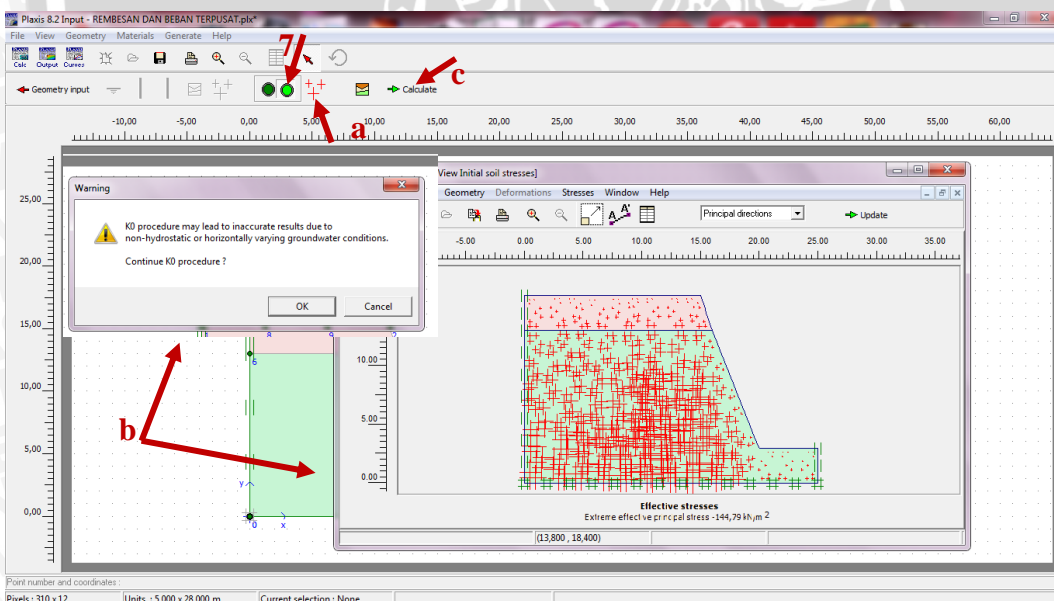
Gambar 4.14 Pembentukan jaring-jaring elemen hingga tanah heterogen pada perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)







Gambar 4.15 Penggambaran pola rembesan pada lereng tanah heterogen perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)

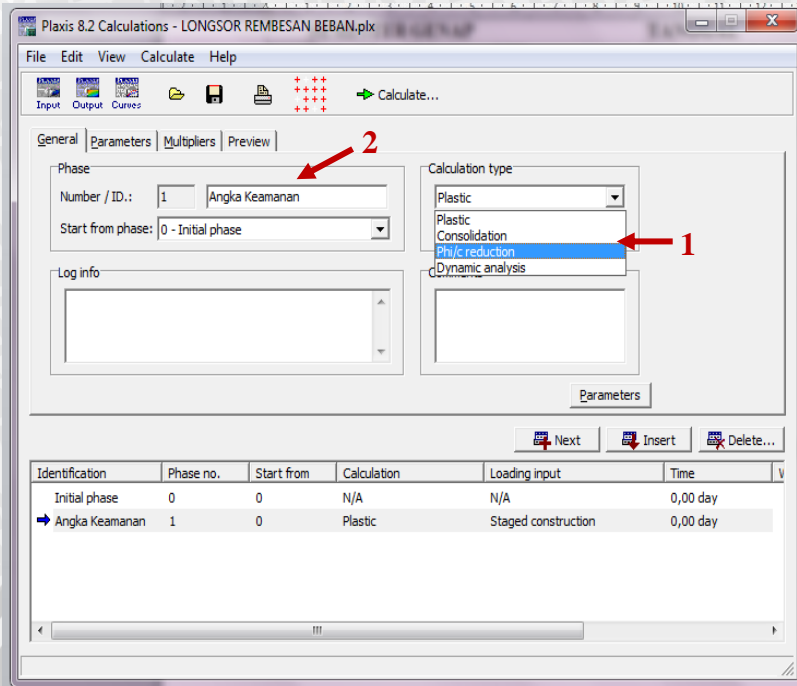


Gambar 4.16 Pengkondisian tegangan efektif awal pada lereng tanah heterogen perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)

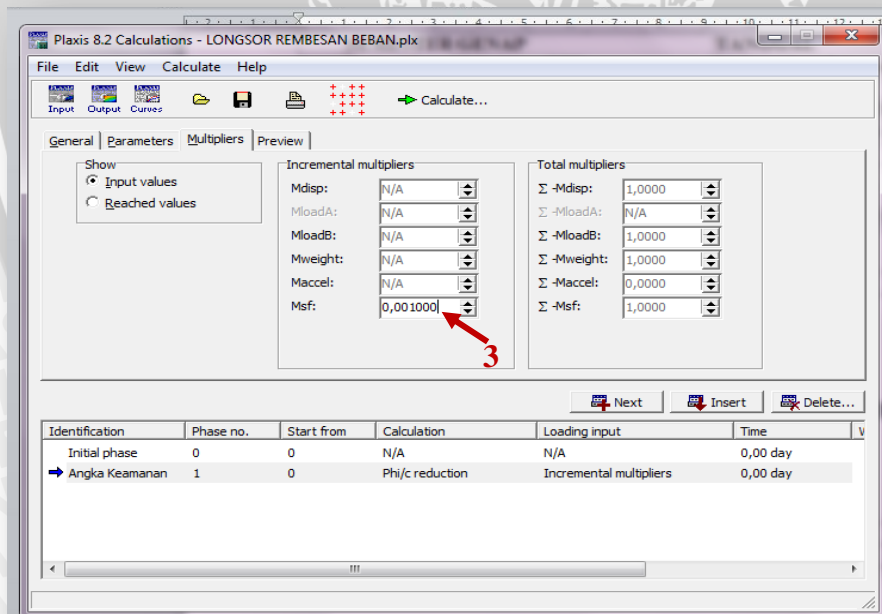
#### 4.4.1.1 *Running Software Plaxis 2 Dimensi* pada Lereng yang longsor dengan Simulasi Kondisi Kompleks (Adanya Rembesan dan Beban)

Setelah semua data material tanah dimasukkan sesuai hasil uji laboratorium, maka langkah selanjutnya adalah mengetahui hasil *safety factor* (Fs) dengan cara *running safety factor* (Fs)

1. Memilih tipe kalkulasi atau jenis perhitungan menggunakan *Phi/C reduction*. Hal ini dilakukan karena jenis ini digunakan untuk menghitung faktor keamanan suatu lereng atau bangunan yang lainnya. Jenis ini menganalisis suatu keamanan lereng dengan cara mereduksi parameter dari kekuatan tanah.
2. Menuliskan keterangan yang sesuai pada proses *running*, dalam hal ini adalah angka keamanan.
3. Mengisi *Msf* sebesar 0,001 agar data *safety factor* yang dihasilkan lebih akurat dan mendekati hasil yang sesuai di lokasi studi.
4. Kemudian pilih tombol *select point for curves* untuk melihat hasil profil lereng yang akan di *running*.
5. Setelah itu klik tombol *calculate* untuk memulai proses *running*.
6. Maka setelah hasil proses *running* berhasil, akan muncul tanda *check list* hijau yang menandakan bahwa proses *running* berhasil dan nilai dari *safety factor* ditemukan.
7. Setelah itu klik tombol *output* untuk mengetahui hasil dari pola kelongsoran lereng yang ditunjukkan pada gambar. Akan terlihat pola penurunan tanah dan pengembangan tanah akibat adanya penambahan beban terpusat dan rembesan.

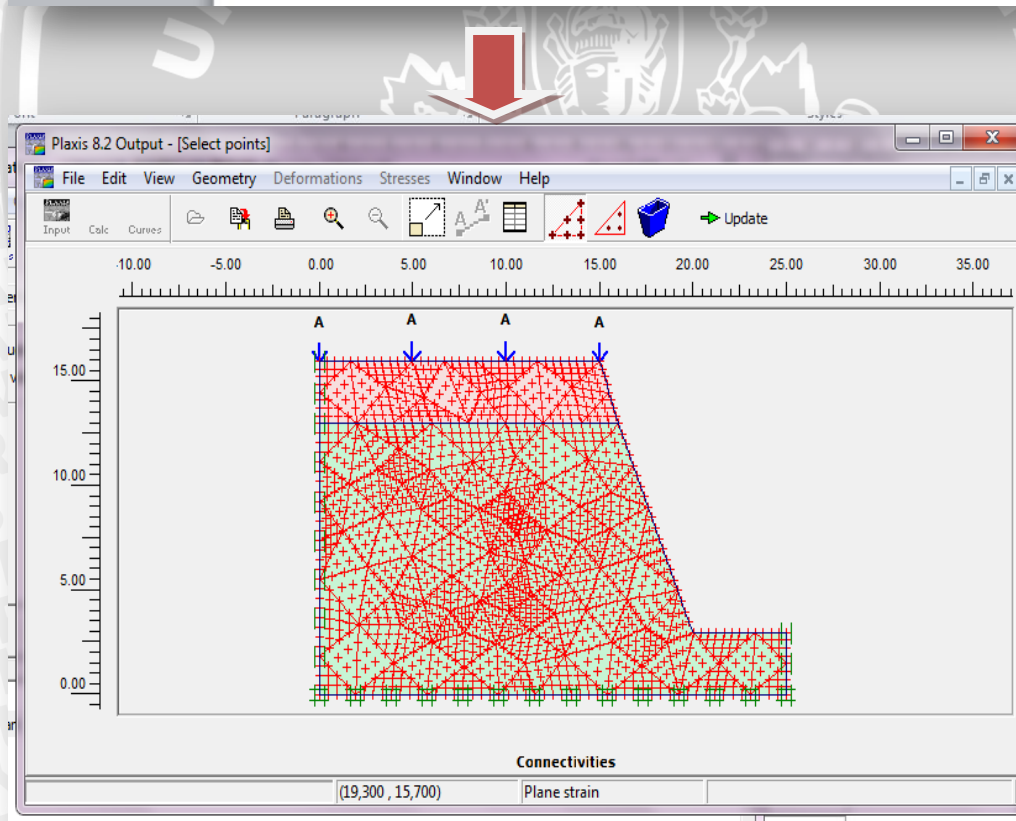
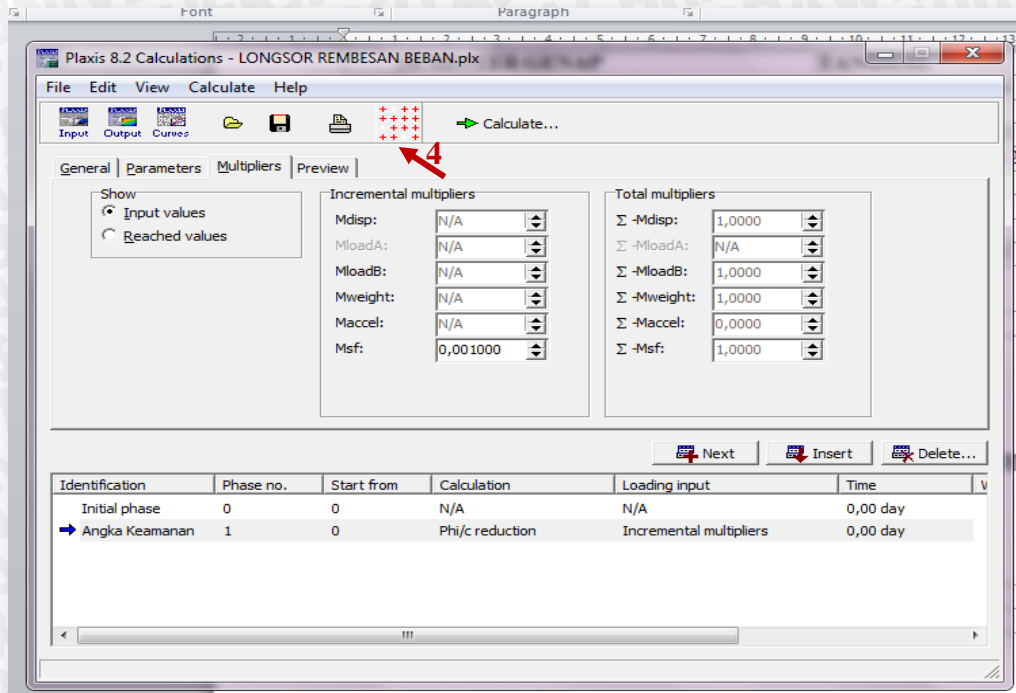


Gambar 4.17 Pengisian jenis *running* pada lereng tanah heterogen perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)



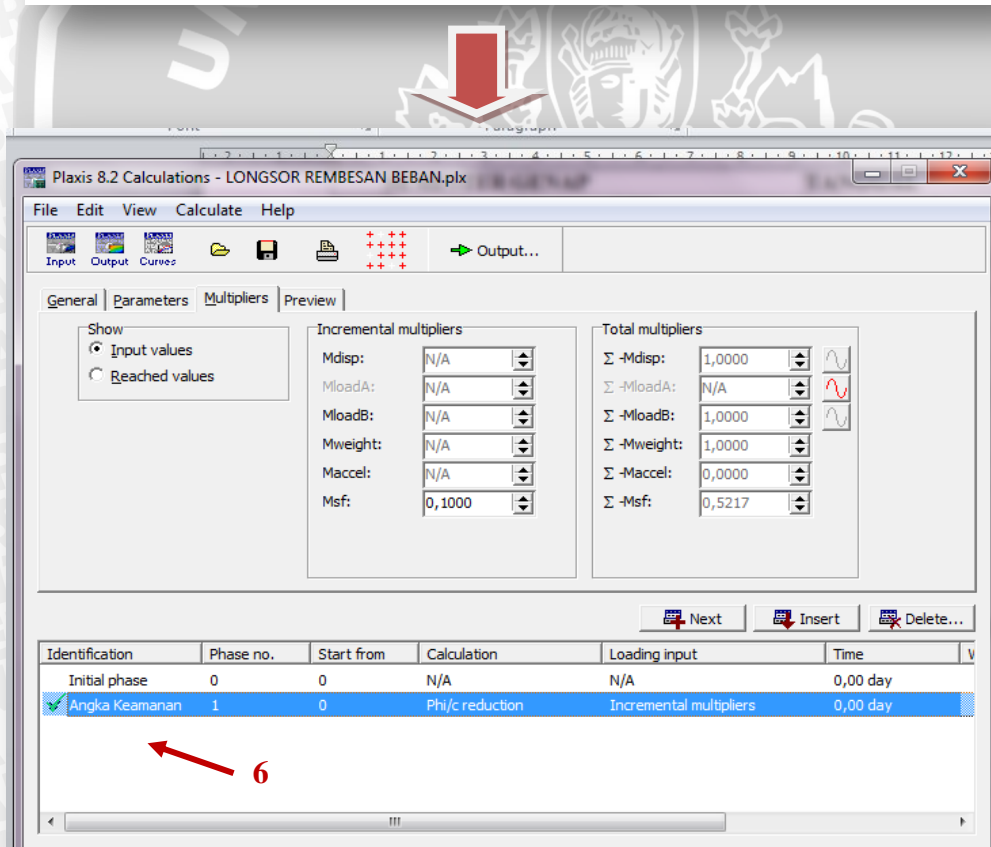
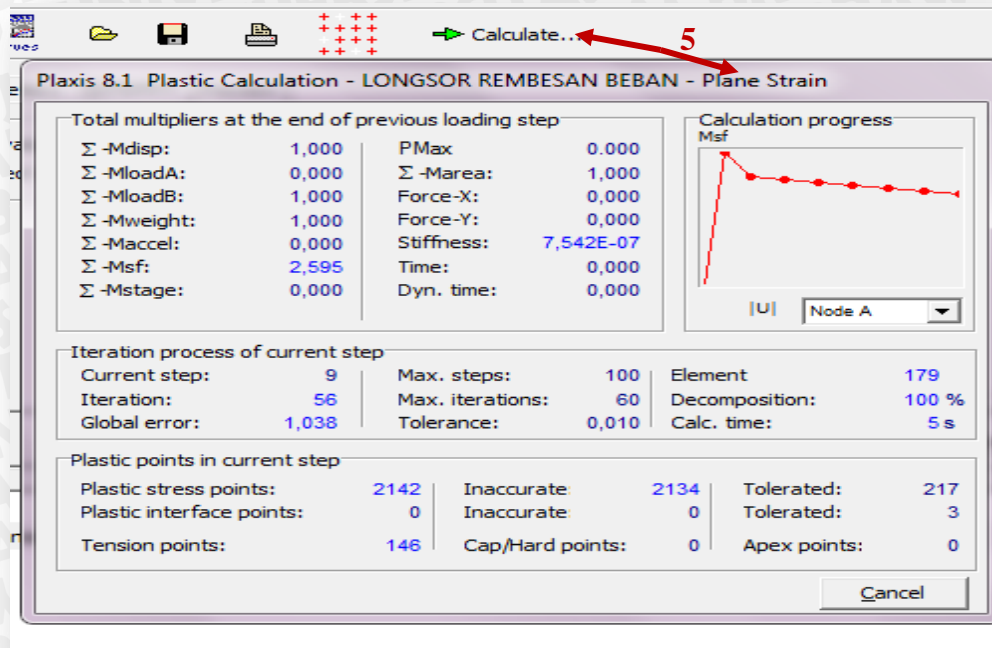
Gambar 4.18 Pengisian pendekatan nilai *safety factor* pada lereng tanah heterogen perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)



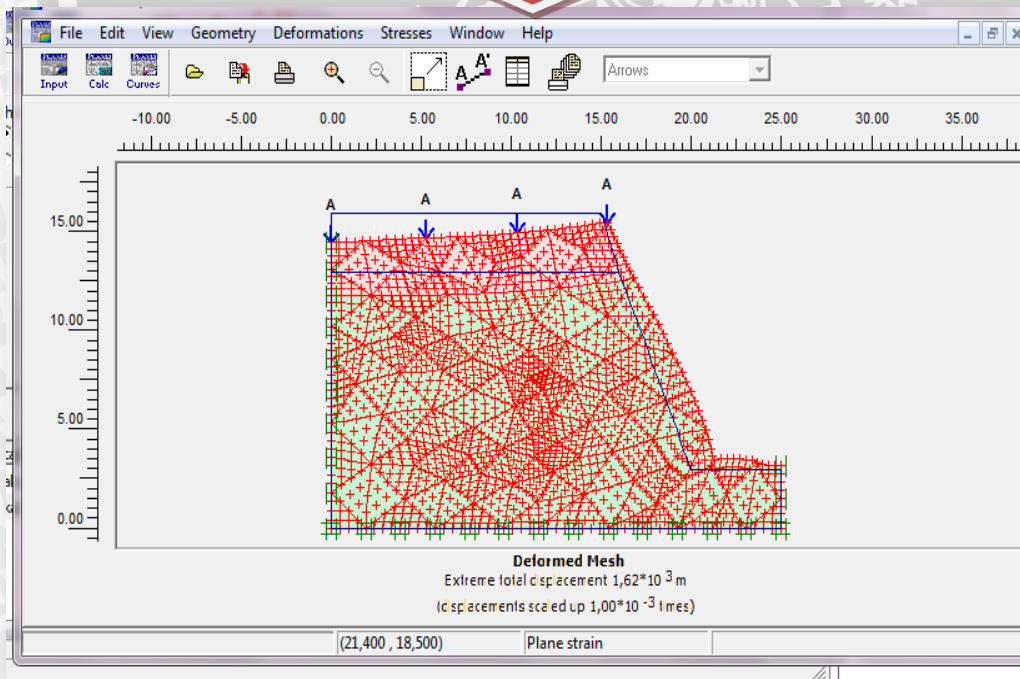
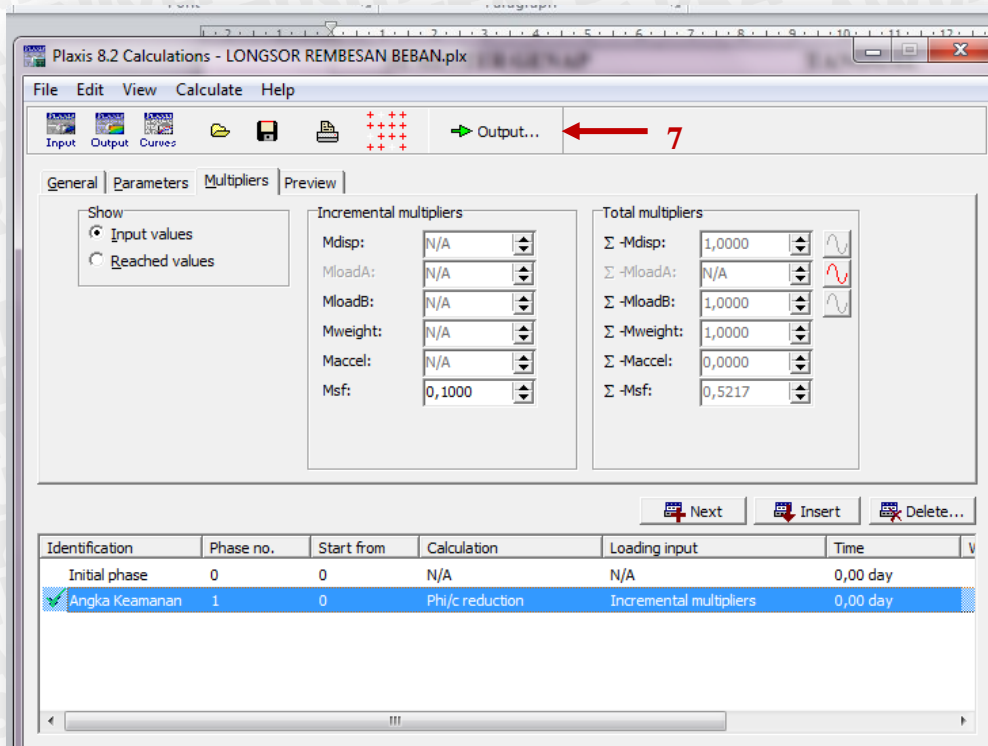


Gambar 4.19 Profil lereng tanah heterogen perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
 (Sumber : Simulasi Tugas akhir)





Gambar 4.20 Proses *running* lereng tanah heterogen perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)



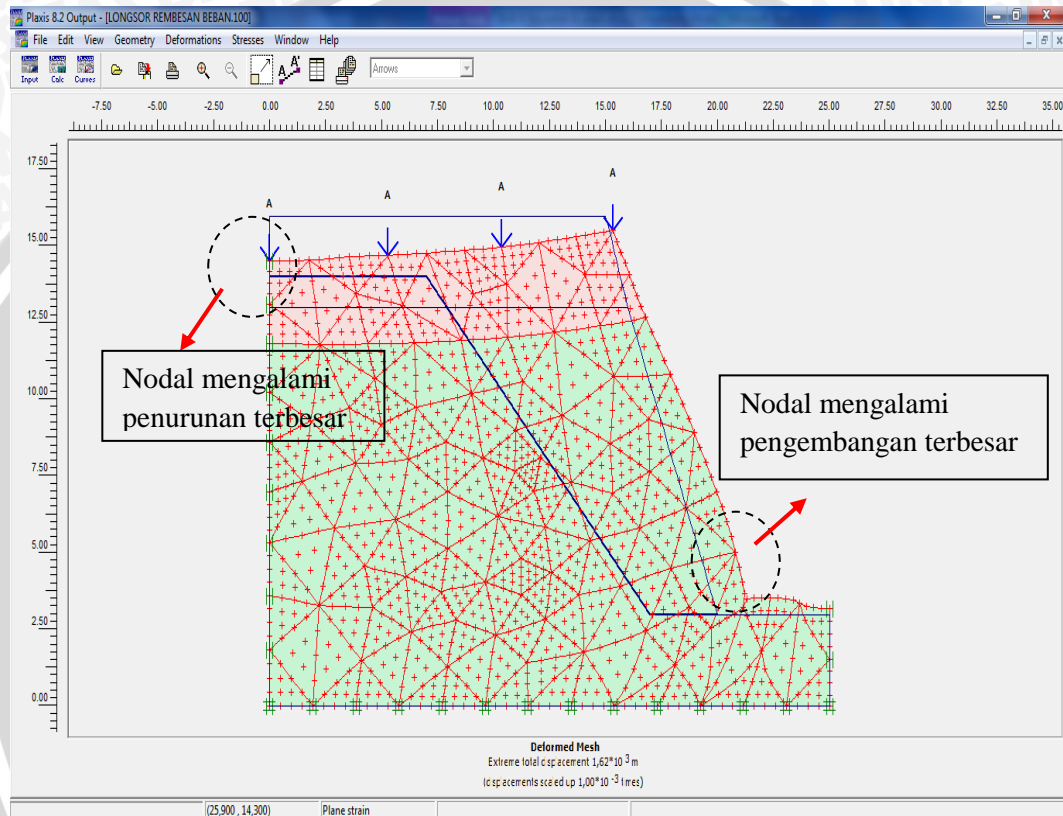
Gambar 4.21 Hasil *running* lereng tanah heterogen perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis* 2D  
 (Sumber : Simulasi Tugas akhir)



#### 4.4.1.2 Hasil *Output Software Plaxis 2 Dimensi* pada Lereng yang longsor dengan Simulasi Kondisi Kompleks (Adanya Rembesan dan Beban)

Berikut merupakan hasil uraian penjelasan *output Software Plaxis 2 Dimensi*, dilihat dari berbagai macam bentuk hasil *output* yang ada

##### 1. Kondisi *deformed mesh* (jaring-jaring elemen hingga terdeformasi)



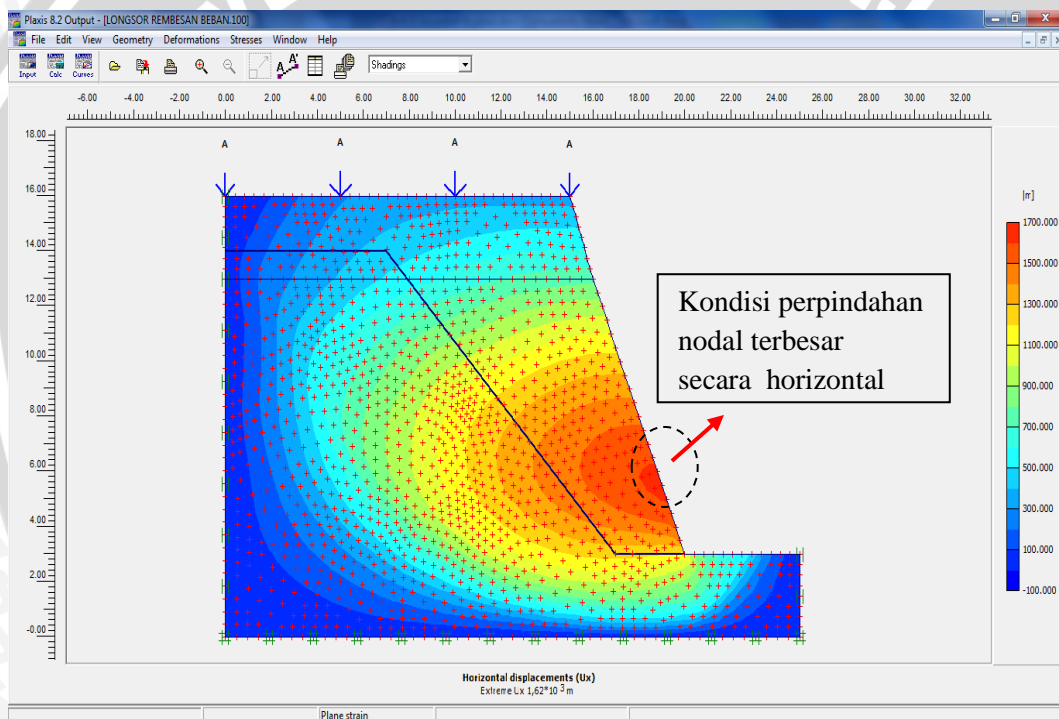
Gambar 4.22 Kondisi jaring-jaring elemen hingga terdeformasi pada tanah heterogen perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)

Kondisi ini merupakan kondisi dimana jaring-jaring elemen hingga mengalami deformasi. Deformasi yang dimaksud bisa dalam bentuk penurunan dan dalam bentuk pengembangan seperti yang terlihat pada gambar diatas. Nodal-nodal yang bekerja pada gambar diatas mengalami penurunan. Penurunan terbesar terjadi pada daerah yang ditandai, dengan penurunan sebesar 4 m. Hal ini bisa dianalogikan sebagai elemen-elemen tanah yang mengalami pergerakan atau penurunan ke bawah akibat adanya beban yang bekerja diatasnya. Sedangkan pada sisi lain, nodal-nodal yang bekerja

mengalami pengembangan. Dan pengembangan terbesar terjadi pada daerah yang ditandai, dengan pengembangan sebesar 6 m. Hal ini bisa dianalogikan bahwa elemen-elemen tanah mengalami pengembangan ke arah horizontal yang disebabkan oleh tekanan air pori berlebih.

Untuk total perpindahan nodal yang terbesar bisa dilihat pada bagian bawah gambar, dengan total perpindahan nodal sebesar 1620 m. Ini bisa dianalogikan sebagai perpindahan total elemen-elemen tanah yang terjadi akibat adanya faktor-faktor yang bekerja, seperti tegangan horizontal, tegangan vertikal, tegangan efektif, dan tekanan air pori.

## 2. Perpindahan nodal secara horizontal ( $U_x$ )



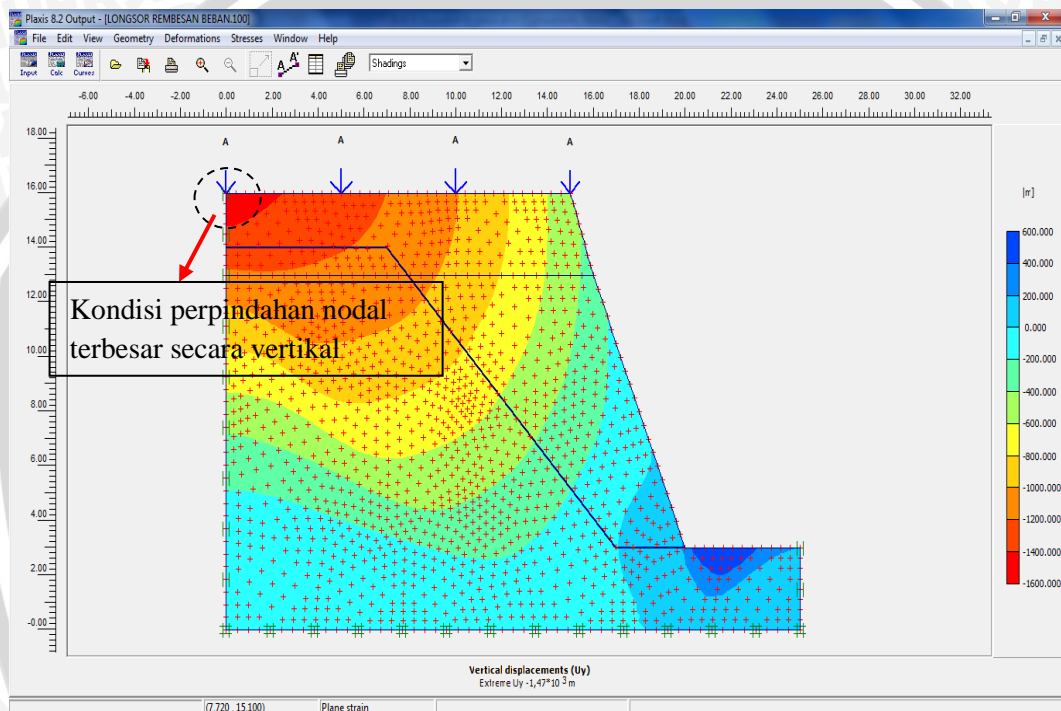
Gambar 4.23 Kondisi nodal mengalami perpindahan secara horizontal pada tanah heterogen perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D* (Sumber : Simulasi Tugas akhir)

Perpindahan nodal secara horizontal ( $U_x$ ) merupakan akumulasi atau total dari perpindahan nodal dalam arah horizontal. Dilihat dari kondisi yang ada perpindahan nodal terbesar terdapat pada daerah yang ditandai, pada nodal nomor 1347 (dilihat dari tabel perpindahan horizontal) dengan perpindahan horizontal sebesar 1620 m.



Hal ini bisa dianalogikan sebagai elemen-elemen tanah yang mengalami perpindahan menuju arah horizontal atau menuju lereng. Dengan nilai perpindahan sebesar 1620 m. Elemen-elemen tanah yang mengalami perpindahan menuju arah horizontal dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, tekanan secara horizontal yang disebabkan oleh tekanan air pori berlebih dan beban tanah itu sendiri. Kondisi ini sesuai dengan keadaan di lokasi studi yang mengalami kelongsoran.

### 3. Perpindahan nodal secara vertikal ( $U_y$ )



Gambar 4.24 Kondisi nodal mengalami perpindahan secara vertikal pada tanah heterogen perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)

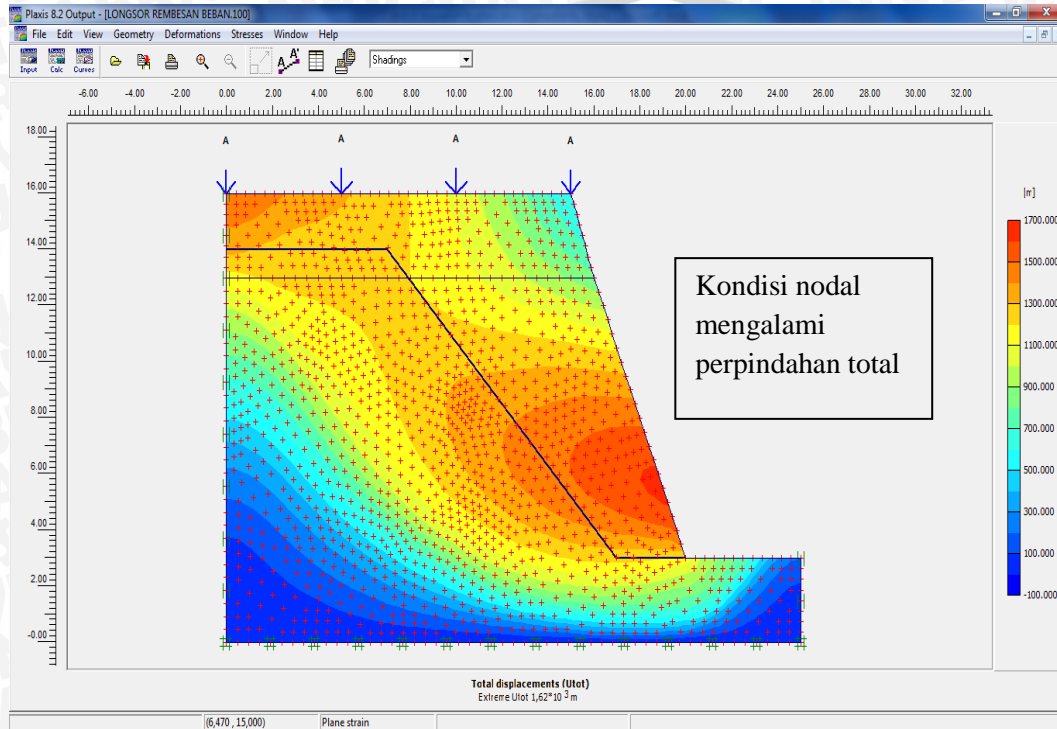
Perpindahan nodal secara vertikal ( $U_y$ ) merupakan akumulasi atau total dari perpindahan nodal dalam arah vertikal. Dilihat dari kondisi yang ada perpindahan nodal terbesar terdapat pada daerah yang ditandai, pada nodal nomor 1 (dilihat dari tabel perpindahan vertikal) dengan perpindahan vertikal sebesar -1470 m.

Hal ini bisa dianalogikan sebagai elemen-elemen tanah yang mengalami perpindahan menuju arah vertikal. Dengan nilai perpindahan sebesar -1470 m (mengalami tekanan vertikal dan menuju ke arah gravitasi). Elemen-elemen tanah yang



mengalami perpindahan menuju arah vertikal dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, tekanan secara vertikal yang disebabkan oleh tekanan beban eksternal yang bekerja. Kondisi ini sesuai dengan keadaan di lokasi studi yang mengalami kelongsoran.

#### 4. Kondisi nodal mengalami perpindahan total (Utot)

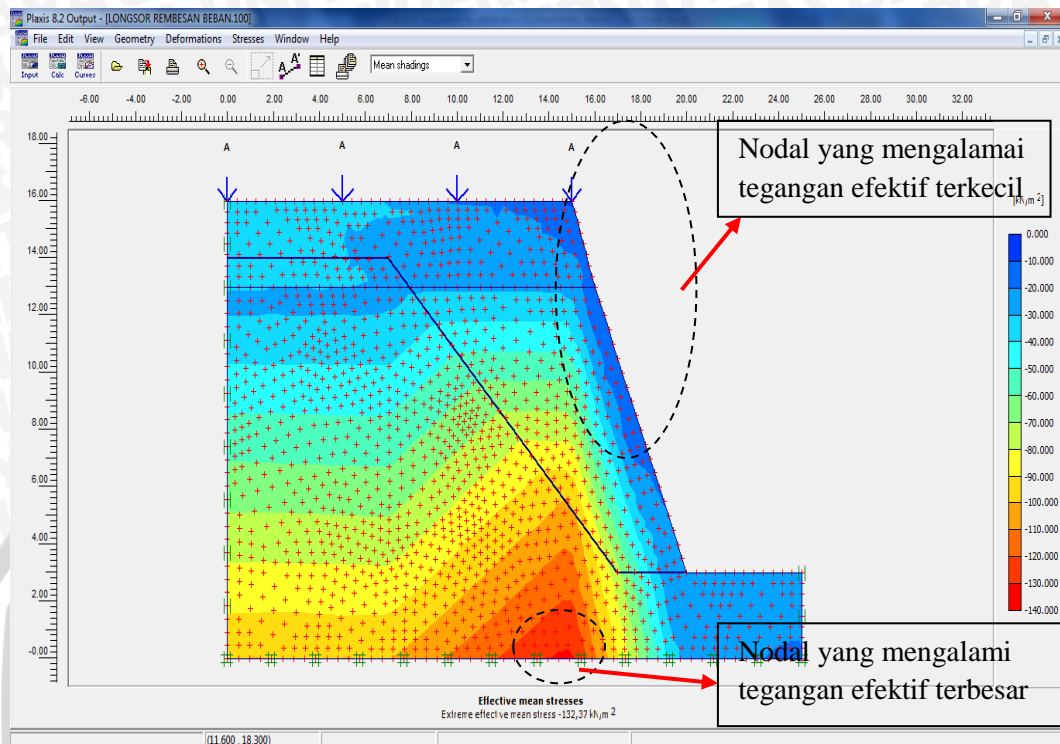


Gambar 4.25 Kondisi nodal mengalami perpindahan total pada tanah heterogen perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)

Perpindahan total ( $U_{tot}$ ) merupakan perpindahan yang dibentuk dari perpindahan nodal yang bergerak secara vertikal ( $U_y$ ) dengan perpindahan nodal yang bergerak secara horizontal ( $U_x$ ).

Dilihat dari kondisi gambar diatas, bahwa perpindahan total nodal yang terjadi berada pada daerah yang sudah ditandai dengan nilai perpindahan total sebesar 1620 m. Nilai ini sama dengan nilai dari perpindahan nodal secara horizontal. Hal ini bisa dianalogikan, bahwa elemen-elemen tanah mengalami perpindahan total sama dengan perpindahan secara horizontal. Karena didaerah ini merupakan daerah yang mempunyai potensi longsor yang besar, akibat perpindahan elemen tanah yang besar pula.

### 5. Kondisi tegangan efektif



Gambar 4.26 Kondisi tegangan efektif pada tanah heterogen perumahan Royal sigura-gura Malang pada *Plaxis 2D*  
(Sumber : Simulasi Tugas akhir)

Tegangan efektif merupakan tegangan yang bekerja akibat adanya pengaruh dari tekanan air pori. Semakin besar tegangan efektifnya, maka semakin besar pula angka keamanannya, begitu juga sebaliknya. Jika dilihat pada kondisi diatas tegangan efektif yang besar terletak pada nodal bagian bawah yang berwarna merah. Hal ini menunjukkan elemen-elemen tanah bagian bawah mampu menahan tekanan yang ada diatasnya karena mempunyai tegangan efektif yang besar. Nilai dari tegangan efektif ini sebesar  $-132,37 \text{ kN/m}^2$ . Sedangkan nilai tegangan efektif terkecil berada pada daerah lereng yang berwarna biru. Pada kondisi ini menunjukkan elemen-elemen tanah bagian lereng tidak bisa menahan tekanan yang bekerja akibat adanya tegangan normal dan tekanan air pori berlebih. Jika nilai tekanan air pori melebihi nilai tegangan normal, maka akan mengakibatkan nilai dari tegangan efektif menjadi minus (tanah dalam keadaan jenuh sempurna) yang bisa mengakibatkan tanah menjadi longsor.



Berikut ini merupakan tabulasi hasil *Running Software Plaxis 8.2 2D* dalam berbagai kondisi :

Tabel 4.4 Tabulasi hasil *Running Software Plaxis 8.2 2D*

Tabulasi nilai Faktor Keamanan	
Kondisi	FK
Tanah C (Tanah Ladang) kondisi kering	1,5364
Tanah C (Tanah Ladang) kondisi ada rembesan	1,2109
Tanah A (Tanah Atas) dan Tanah B (Tanah Bawah) kondisi kering	0,6845
Tanah A (Tanah Atas) dan Tanah B (Tanah Bawah) kondisi ada rembesan	0,5222
Tanah A (Tanah Atas) dan Tanah B (Tanah Bawah) kondisi kering dan beban	0,6842
Tanah A (Tanah Atas) dan Tanah B (Tanah Bawah) kondisi ada rembsan dan beban	0,5217

Sumber : Hasil *Running Software Plaxis 8.2 2D*

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa pada saat Tanah A (Tanah Atas) dan Tanah B (Tanah Bawah) kondisi kering nilai Faktor Keamanannya sudah  $< 1$  yang berarti bahwa lereng tersebut Tidak Aman, berbeda dengan Tanah C (Tanah Ladang) yang hasil Faktor Keamanannya Aman atau  $> 1$  untuk itu perlu ditinjau lagi data-data untuk Tanah A (Tanah Atas) dan Tanah B (Tanah Bawah):

Tabel 4.5 Hasil Uji Laboratorium

Jenis Tanah	Hasil Uji Laboratorium			
	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{wet}$ (kN/m <sup>3</sup> )	c (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (o)
Tanah A (Tanah Atas)	10,306	14,781	15,5	6
Tanah B (Tanah Bawah)	10,69	14,373	11,722	7
Tanah C (Tanah Ladang)	11,611	14,067	33,845	9

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Dari data diatas dapat dilihat bahwa nilai c (kohesi),  $\gamma_d$  dan  $\phi$  (sudut geser) Tanah C (Tanah Ladang) lebih besar dari Tanah A (Tanah Atas) dan Tanah B (Tanah Bawah) sedangkan hal-hal tersebut sangat berpengaruh dalam kekuatan tanah.

#### 4.5 Hasil Faktor Keamanan Lereng Secara Manual dan *Software Plaxis 8.2 2D* dengan Menggunakan Metode Bishop.

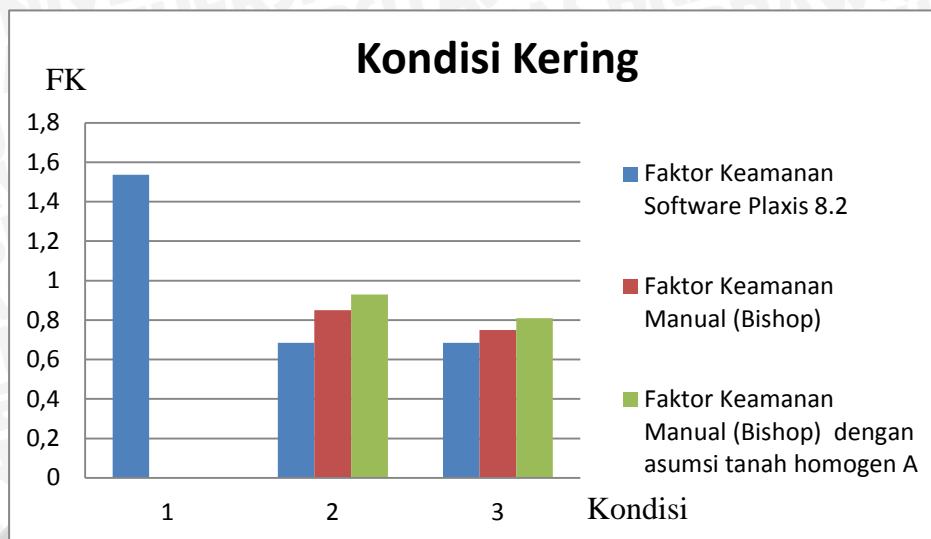
Berikut ini merupakan tabulasi perbandingan hasil Faktor Keamanan secara manual dan *Software Plaxis 8.2 2D*



Tabel 4.6 Tabulasi perbandingan nilai Faktor Keamanan

Kondisi	Faktor Keamanan Software Plaxis 8.2	Faktor Keamanan Manual (Bishop)	Faktor Keamanan Manual (Bishop) dengan asumsi tanah homogen A
Tanah C (Tanah Ladang) kondisi kering	1,5364	-	-
Tanah C (Tanah Ladang) kondisi ada rembesan	1,2109	-	-
Tanah A (Tanah Atas) dan Tanah B (Tanah Bawah) kondisi kering	0,6845	0,85	0,93
Tanah A (Tanah Atas) dan Tanah B (Tanah Bawah) kondisi ada rembesan	0,5222	0,72	0,76
Tanah A (Tanah Atas) dan Tanah B (Tanah Bawah) kondisi kering dan beban	0,6842	0,75	0,81
Tanah A (Tanah Atas) dan Tanah B (Tanah Bawah) kondisi ada rembsan dan beban	0,5217	0,68	0,7

Sumber : Hasil Perhitungan dan *Running Software Plaxis 8.2 2D*



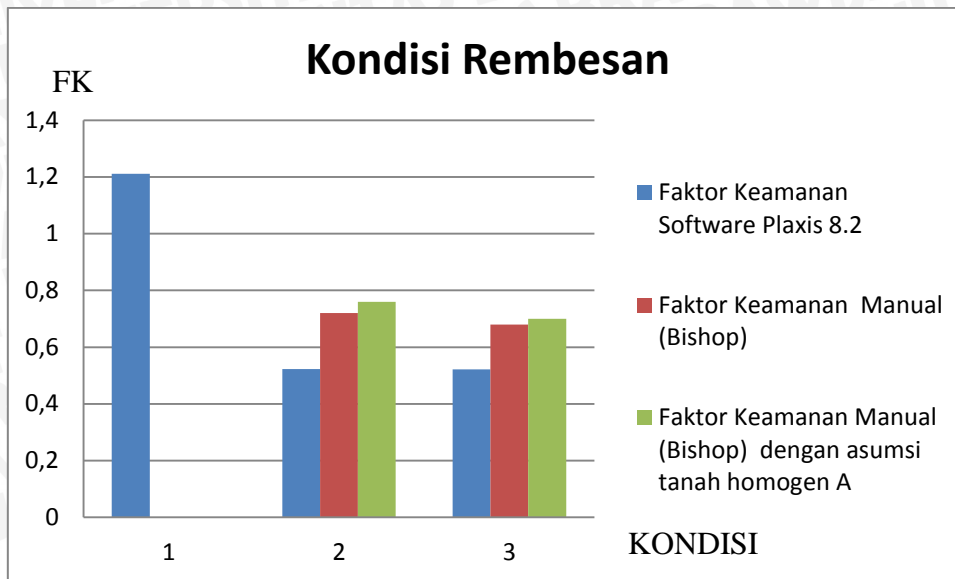
Gambar 4.27 Grafik Faktor Keamanan Kondisi Kering

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Keterangan :

- 1 = Tanah C
- 2 = Tanah A dan B (Tanpa Beban)
- 3 = Tanah A dan B (Dengan Beban)

Dari hasil grafik tersebut, bisa dilihat bahwa angka keamanan yang terkecil adalah pada saat melakukan perhitungan angka keamanan menggunakan *Software Plaxis 8.2* 2D untuk Tanah A dan B kondisi kering dengan beban sebesar  $0,6842 < 1$  . Sesuai pada standar angka keamanan maka lereng ini dinyatakan tidak aman.



Gambar 4.28 Grafik Faktor Keamanan Kondisi Ada Rembesan

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Keterangan :

- 1 = Tanah C
- 2 = Tanah A dan B (Tanpa Beban)
- 3 = Tanah A dan B (Dengan Beban)

Dari hasil grafik tersebut, bisa dilihat bahwa angka keamanan yang terkecil adalah pada saat melakukan perhitungan angka keamanan menggunakan *Software Plaxis 8.2* 2D untuk Tanah A dan B kondisi rembesan dengan beban sebesar  $0,5217 < 1$ . Sesuai pada standar angka keamanan maka lereng ini dinyatakan tidak aman.

Dari hasil perhitungan angka keamanan yang sudah dilakukan melalui perhitungan manual (metode *Bishop*) dan *Software Plaxis 8.2* 2D, didapatkan bahwa nilai angka kermanan yang terkecil adalah kondisi kompleks (adanya rembesan dan beban) dari tanah heterogen melalui perhitungan *Software Plaxis 8.2* 2D.

Nilai tersebut menandakan lereng yang longsor dengan angka keamanan  $0,5217 < 1$  Tanah tersebut tidak dapat bertahan akibat adanya beban eksternal dan ditambah rembesan akibat dari saluran drainase yang rusak serta hujan yang turun deras saat kejadian longsor terjadi.

Berikut merupakan prosentase penurunan nilai Faktor Keamanan dengan berbagai kondisi terhadap nilai Faktor Keamanan dalam kondisi kering :



Tabel 4.7 Tabulasi Prosentase Penurunan Nilai Faktor Keamanan

Kondisi	Prosentase Penurunan nilai Faktor Keamanan terhadap kondisi kering (%)		
	Manual Homogen	Manual Heterogen	Software Plaxis
Tanah A (Tanah Atas) dan Tanah B (Tanah Bawah) kondisi ada rembesan	18,280	15,294	23,711
Tanah A (Tanah Atas) dan Tanah B (Tanah Bawah) kondisi kering dan beban	12,903	11,765	0,044
Tanah A (Tanah Atas) dan Tanah B (Tanah Bawah) kondisi ada rembesan dan beban	24,731	20,000	23,784

Sumber : Hasil Perhitungan

Penurunan nilai Faktor Keamanan yang terbesar adalah pada saat simulasi kondisi ada beban dan rembesan pada tanah homogen, yaitu sebesar 24,731 %, tanah heterogen sebesar 20 %. Pada perhitungan *software* sebesar 23,784 % dengan menggunakan *Software Plaxis*.

#### 4.6 Rekomendasi Untuk Perbaikan Lereng yang Longsor

##### 4.6.1 Penambahan Sistem Trap Alami di Berbagai Macam Kondisi Tanah yang Ada

Dengan memperhatikan kondisi tanah dalam berbagai kondisi yang ada, maka dapat dihasilkan pemodelan trap dan nilai angka keamanan sebagai berikut:

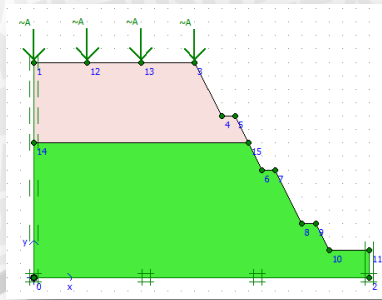
1. Tanah C (tanah ladang/tanah asli)



Gambar 4.29 Penggambaran Sistem Trap Alami pada tanah C (tanah ladang/tanah asli)

(Sumber : Simulasi Tugas akhir)

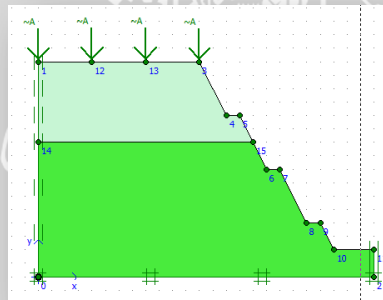
2. Tanah A dan Tanah C (tanah atas dan ladang)



Gambar 4.30 Penggambaran Sistem Trap Alami pada tanah A dan tanah C (tanah atas dan ladang)

(Sumber : Simulasi Tugas akhir)

3. Tanah B dan Tanah C (Tanah Bawah dan Ladang)



Gambar 4.31 Penggambaran Sistem Trap Alami pada tanah B dan tanah C (tanah bawah dan ladang)

(Sumber : Simulasi Tugas akhir)

Berikut nilai angka keamanan dari berbagai macam kondisi tanah dengan penambahan sistem trap alami :

Tabel 4.8 Hasil nilai angka keamanan menggunakan sistem trap alami

Jenis Tanah	Nilai Angka Keamanan
C	1,2043
A dan C	1,1588
B dan C	1,1369

Sumber : Hasil *Running Software Plaxis 8.2 2D*



Dilihat dari hasil perhitungan angka keamanan melalui *Software Plaxis 8.2 2D*, didapatkan nilai angka keamanan tertinggi berada pada jenis tanah C yang sesungguhnya adalah tanah asli dilokasi studi.

Dengan menggunakan rekomendasi sistem trap alami maka kenaikan angka keamanannya sebagai berikut:

Tabel 4.9 Prosentase Kenaikan Angka Keamanan (%) pada sistem trap alami

Jenis Tanah	Prosentase Kenaikan Angka Keamanan (%)
C	56,680
A dan C	54,979
B dan C	54,164

Sumber : Hasil Perhitungan

Dilihat dari hasil perhitungan yang telah dilakukan prosentase kenaikan terbesar adalah dengan menggunakan jenis tanah C, dengan tingkat keberhasilan 56,68 %. Dengan memperhatikan perhitungan angka keamanan melalui *Software Plaxis 8.2 2D* dan hasil perhitungan komposisi tanah dari uji laboratorium yang telah dilakukan, serta ditinjau dari tingkat keberhasilannya, sebaiknya pembangunan perumahan Royal Sigura-gura memperhatikan kondisi lereng dan komposisi tanah yang ada. Tidak perlu melakukan penimbunan dan pemadatan tanah yang bukan dari lokasi perumahan, dan untuk mendukung kuat geser tanah yang kuat, seharusnya dilakukan perkuatan lereng dengan model trap alami.

#### 4.6.2 Perkuatan Struktur Lereng dengan Cara Geogrid

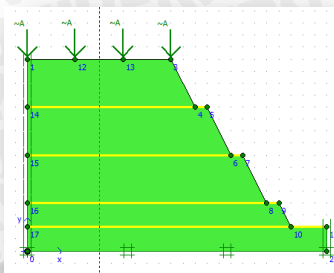
Geogrid berbentuk seperti lembaran rakit berlubang-lubang yang dihamparkan di dalam tanah untuk menciptakan struktur tanah yang lebih kuat. Geogrid lebih berfungsi sebagai tulangan, dan cocok diaplikasikan kedalam lereng yang landai dan tanah berbutir halus sesuai di lokasi studi.

Geogrid memiliki fungsi diantaranya, mampu menjaga kuat geser tanah agar tanah tetap stabil. Karena tulangan geogrid secara langsung mampu menahan momen-momen yang bekerja pada tanah.

Berikut pemodelan lereng dengan tetap menggunakan sistem trap dan ditambah dengan sistem geogrid:



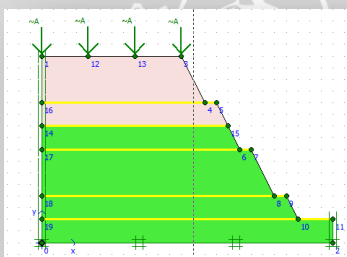
1. Tanah C (tanah ladang/tanah asli)



Gambar 4.32 Penggambaran Geogrid pada Tanah C (tanah ladang/tanah asli)

(Sumber : Simulasi Tugas akhir)

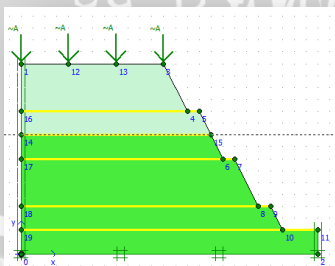
2. Tanah A dan C (tanah atas dan tanah ladang)



Gambar 4.33 Penggambaran Geogrid pada Tanah A dan C (tanah atas dan tanah ladang)

(Sumber : Simulasi Tugas akhir)

3. Tanah B dan C (tanah bawah dan ladang)



Gambar 4.34 Penggambaran Geogrid pada Tanah B dan C (tanah bawah dan tanah ladang)

(Sumber : Simulasi Tugas akhir)

Berikut nilai angka keamanan dari berbagai macam kondisi tanah dengan penambahan sistem geogrid:

Tabel 4.10 Hasil nilai angka keamanan menggunakan sistem geogrid

Jenis Tanah	Nilai Angka Keamanan
C	1,208
A dan C	1,159
B dan C	1,137

Sumber : Hasil *Running Software Plaxis 8.2 2D*

Sesuai perhitung menggunakan *Software Plaxis 8.2 2D* didapatkan nilai angka keamanan yang tertinggi tetap pada tanah C yang sesungguhnya tanah ladang dan tanah asli di lokasi studi.

Dengan menggunakan rekomendasi sistem geogrid maka kenaikan angka keamanannya sebagai berikut:

Tabel 4.11 Prosentase Kenaikan Angka Keamanan pada sistem geogrid

Jenis Tanah	Prosentase Kenaikan Angka Keamanan (%)
C	56,802
A dan C	54,983
B dan C	54,124

Sumber : Hasil Perhitungan

Dilihat dari hasil perhitungan yang telah dilakukan prosentase kenaikan terbesar adalah dengan menggunakan jenis tanah C, dengan tingkat keberhasilan 56,802 %. Hal ini menunjukkan, dengan sistem geogrid dan penambahan sistem trap alami angka keamanan pada lereng dilokasi studi menjadi semakin lebih besar. Seharusnya pembangunan dilokasi studi perlu menambahkan sistem geogrid agar kuat geser pada tanah tetap stabil.

#### 4.6.3 Perkuatan Struktur Tanah dengan Cara *Biogrouting*

*Biogrouting* adalah suatu metode yang dilakukan untuk memperbaiki struktur dan memperkuat tanah. Salah satu metode *biogrouting* yaitu dengan penambahan bakteri fermentasi ke dalam tanah. Hal ini bisa meningkatkan stabilitas tanah melalui penambahan bakteri fermentasi ke dalam tanah.

Mikrobakteri yang sesuai untuk digunakan dalam proses *bioclogging* dan *biocementation* adalah mikrobakteri non-patogen dan ramah lingkungan. Penggunaan mikrobakteri memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan semen, karena dapat digunakan untuk memulihkan tanah yang tercemar tanpa mengganggu lingkungan sekitar. Hal tersebut dikarenakan mikrobakteri dapat menembus dan memperbanyak diri di dalam tanah.

Karena sifat mikrobakteri yang bisa memperbanyak diri di dalam tanah inilah yang bisa menambah volume tanah menjadi semakin besar dan memperkecil permeabilitas tanah khususnya tanah berbutir halus. Serta bisa untuk memperkuat kuat geser tanah. Dari hasil *Biogrouting* tersebut dapat meningkatkan kuat geser sebesar 102,7 % (Sumber: Hasil PKM Adibtya dkk)

