

BAB VIII STABILITAS LERENG

8.1 Tinjauan Umum

Pada perhitungan stabilitas lereng disini lebih ditekankan apakah terjadi longsoran baik di lereng bawah maupun di tanggulnya itu sendiri. Pengecekkannya disini dengan menggunakan program *GeoStudio 2004 Slope/W Analysis* dengan ketentuan faktor keamanan kritis $F_k \text{ min} > 1$.

Perhitungan stabilitas lereng bawah maupun bagian tanggul, akan dicek dalam tiga kondisi yaitu:

1. γ_{sat} yaitu pada kondisi setelah banjir.
2. γ_{sub} yaitu pada kondisi banjir ($\gamma_{\text{sat}} - 1$).
3. γ_{b} yaitu pada kondisi normal atau tidak ada banjir.

8.2 Analisis Data Tanah

Untuk menghasilkan model penampang tanah sebagai *input* pada program *GeoStudio 2004 Slope/W Analysis*, maka data pengeboran harus diolah terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai kohesi (c), sudut geser dalam (ϕ), berat volume (γ) serta ketebalan masing-masing lapisan tanah tersebut. Penyelidikan tanah di laboratorium terdiri dari pengujian sifat fisik tanah untuk mendapat indeks parameter tanah, *direct shear test* (uji geser langsung), *grain size* (analisa ayakan), *atterberg limit*, dan uji permeabilitas tanah. Adapun rangkuman hasil pengujian tanah pada kedalaman 6m dapat dilihat pada Tabel 8.1.

Jenis Pengujian	Parameter	Satuan	Hasil Pengujian
Direct Shear Test (Uji Geser Langsung)	Kohesi (c)	KN/m ²	4,1
	Sudut Geser Dalam (Φ)	...°	25,50
Grain Size (Analisa Ayakan)	Lolos ayakan no.200	%	39,04
Atterberg limit	Batas Cair (LL)	%	48
	Batas Plastis (PL)	%	35
	Indeks Plastis (IP)	%	13
Berat Jenis	Berat Jenis (Gs)	-	2,70
Berat Isi	Berat Isi (γ_{b})	KN/m ³	17,70
Angka Pori	Angka Pori (e)	-	1,06

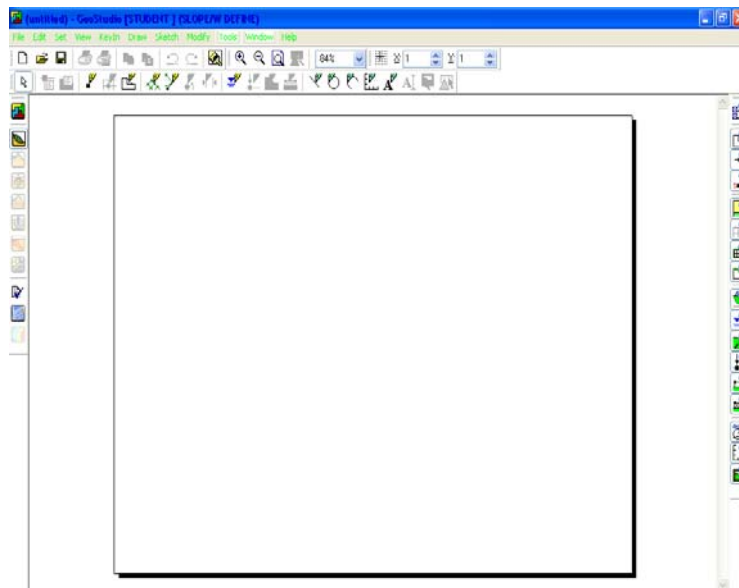
Tabel 8.1. Rangkuman Hasil Pengujian Tanah Di Laboratorium
(Sumber: BBWS Jratunseluna dan Hasil Perhitungan)

Maka parameter tiap lapisan tanah yang digunakan untuk *input* program *GeoStudio 2004 Slope/W Analysis* adalah sebagai berikut:

- Lapisan 1 (dari permukaan tanah s/d kedalaman - 6 m)
 - a. Tebal lapisan 6 meter
 - b. Berat volume:
 - $\gamma_{\text{sat}} = \frac{G_s + e}{1 + e} = \frac{2,70 + 1,06}{1 + 1,06} = 1,825 \text{ T/m}^3$
 $= 1,825 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/cm}^3$
 $= 18,25 \text{ KN/m}^3$
 - $\gamma_{\text{sub}} = \gamma_{\text{sat}} - 1$
 $= 1,825 - 1 = 0,825 \text{ T/m}^3$
 $= 8,25 \text{ KN/m}^3$
 - $\gamma_b = 17,70 \text{ KN/m}^3$
 - c. Kohesi (c) = 4.1 KN/m²
 - d. Sudut geser dalam (ϕ) = 25.5°

Langkah – langkah program *GeoStudio 2004 Slope/W Analysis* adalah :

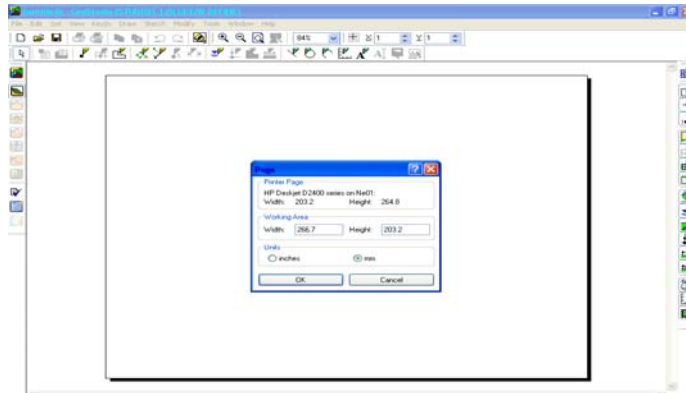
1. Pilih *Create a SLOPE/W analysis*



Gambar 8.1 Worksheet Program Geo Studio 2004

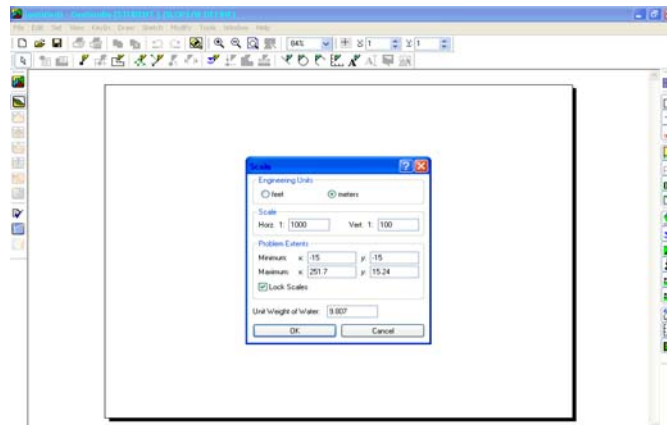
2. Pilih Menu *Set*

a. Pilih *Page*



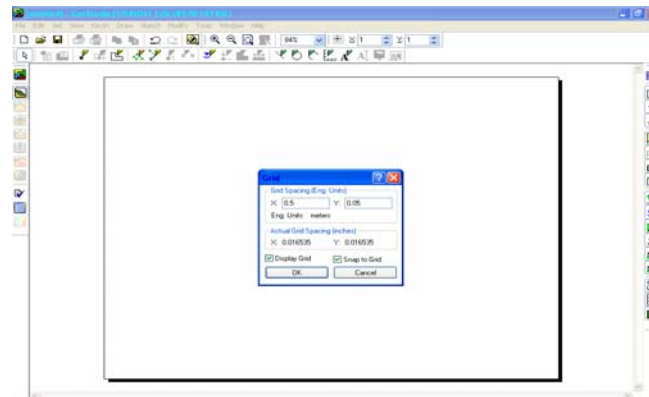
Gambar 8.2 *Pengaturan Halaman*

b. Pilih *Scale*



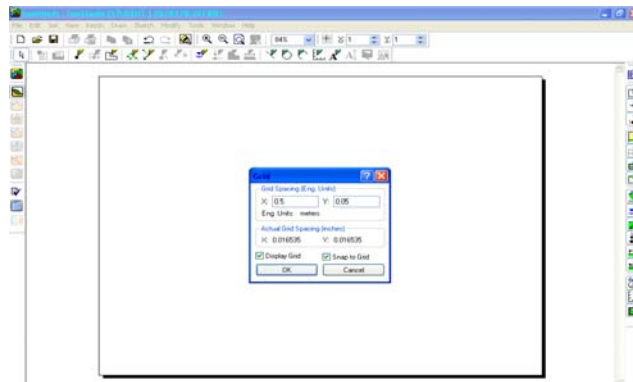
Gambar 8.3 *Pengaturan Skala*

c. Pilih *Grid*



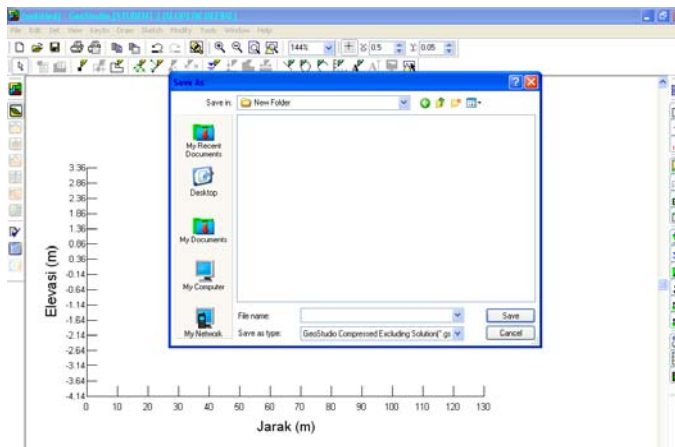
Gambar 8.4 *Pengaturan Grid*

d. Pilih *Axes*



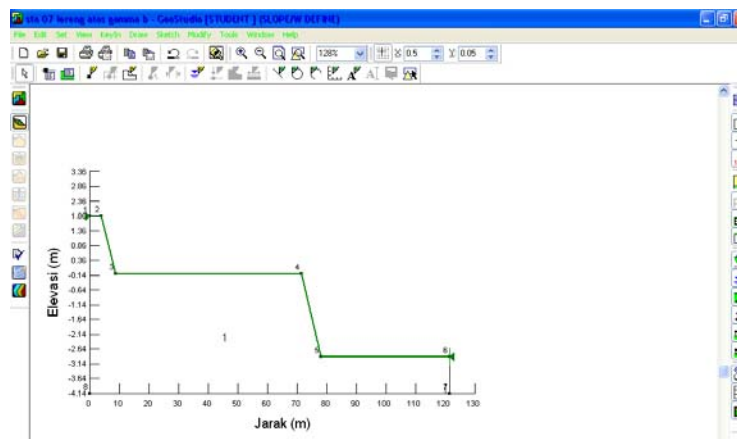
Gambar 8.5 Pengaturan Koordinat Sumbu X-Y

3. Pilih *Save As* (menyimpan file)



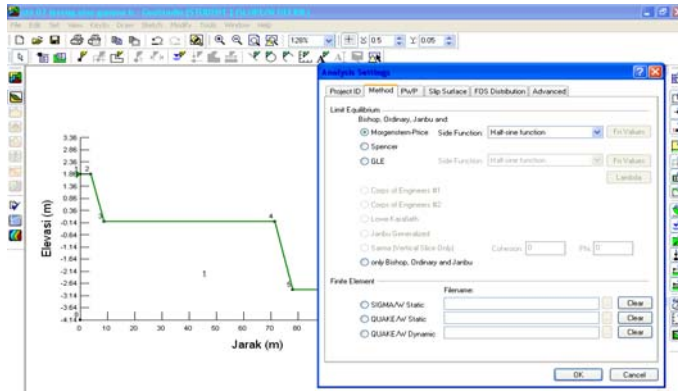
Gambar 8.6 Penyimpanan Lembar Kerja

4. *Input* potongan melintang sungai



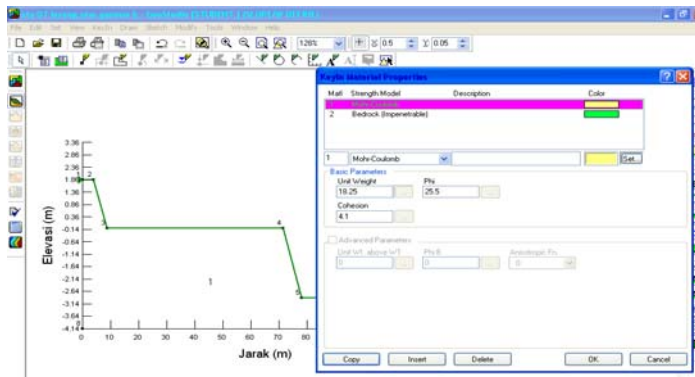
Gambar 8.7 Bentuk Lereng

5. Pilih menu *KeyIn*
 - a. Pilih *Analysis Setting (Set Method, PWP, Slip Surface, FOS Distribution)*



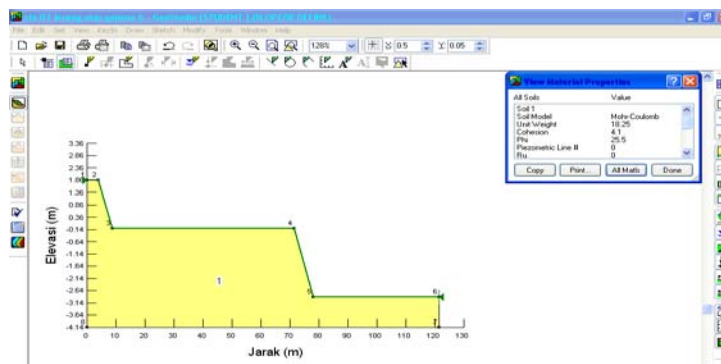
Gambar 8.8 Pengaturan Metode Analisis

- b. Pilih *Material Properties (Input harga c, γ_b , Φ)*



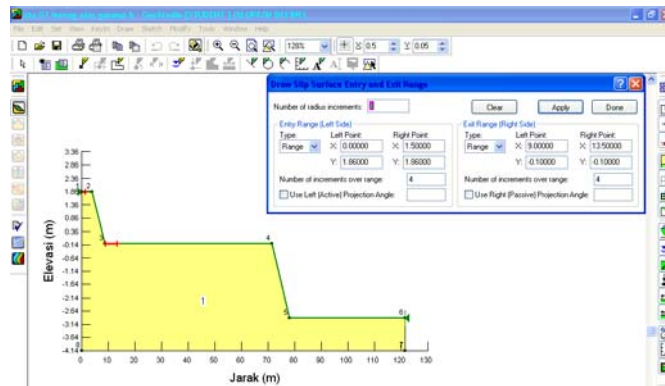
Gambar 8.9 Pengisian Data Tanah

6. Pilih menu *Draw (Region)*



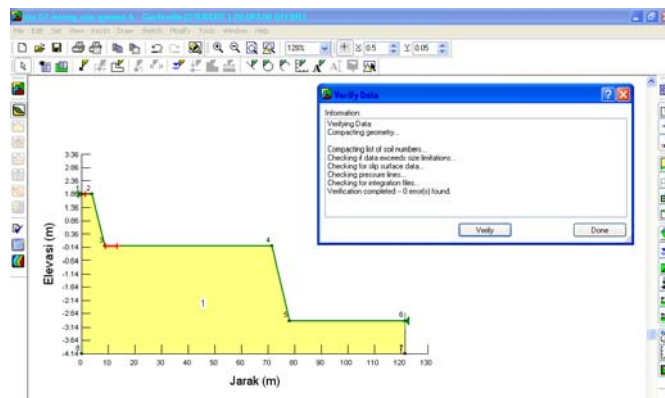
Gambar 8.10 Penggambaran Region

7. Pilih menu *Draw (Slip Surface)*



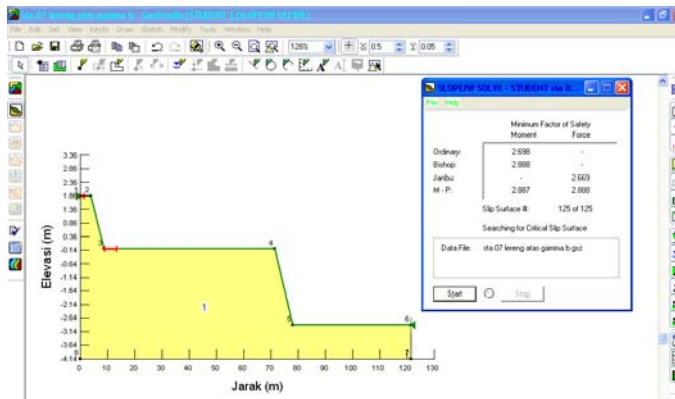
Gambar 8.11 Penggambaran Bidang Longsor

8. Pilih menu *Tools (Verify)* untuk mengecek *error* tidaknya *input* data



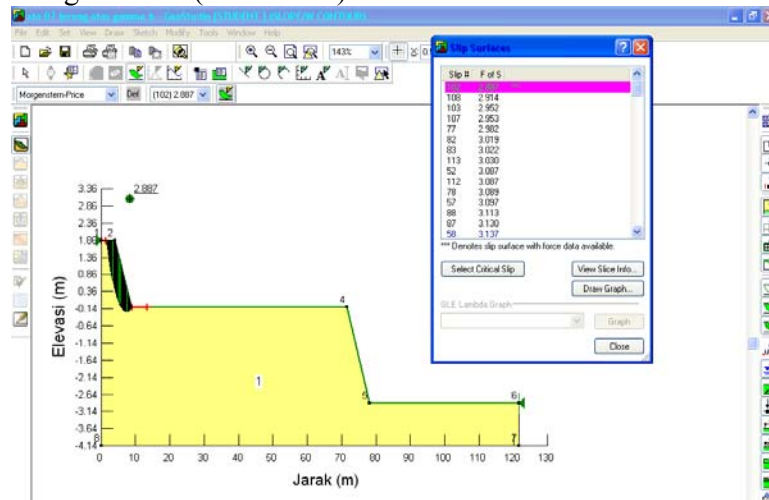
Gambar 8.12 Verify Input Data

9. Pilih menu *Tools (Solve)*



Gambar 8.13 Running Program

10. Check harga Fk min (Fk min > 1)



Gambar 8.14 Hasil Running Program

8.3 Stabilitas Lereng Tanggul

a. Elevasi tanggul

Elevasi puncak tanggul Sungai Sengkarang direncanakan berdasarkan elevasi muka air banjir (HWL) ditambah tinggi jagaan setinggi 1 m, sesuai dengan Tabel 3.16. yaitu standar tinggi jagaan tanggul.

b. Lebar puncak tanggul

Sesuai dengan lebar standar tanggul, lebar tanggul Sungai Sengkarang direncanakan 4 m.

c. Talud tanggul atau kemiringan tanggul

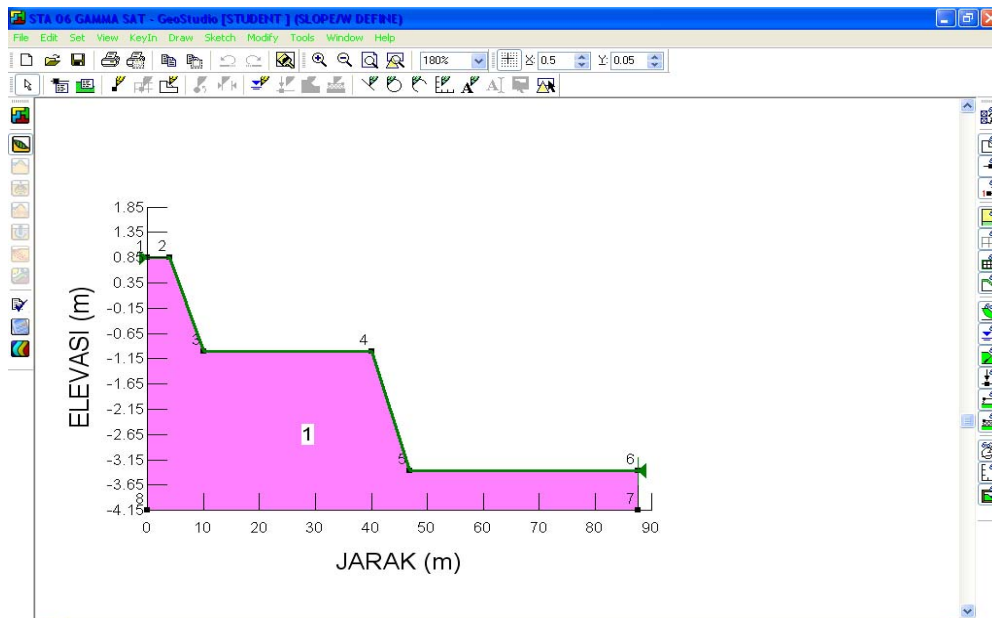
Kemiringan tanggul Sungai Sengkarang direncanakan 1 : 2,5.

Pada perencanaan tanggul yang stabil, perlu dicek stabilitas lereng tanggul terhadap longoran (*Land Slide*). Longoran merupakan pergerakan massa tanah secara perlahan-lahan melalui bidang longoran karena tidak stabil akibat gaya-gaya yang bekerja.

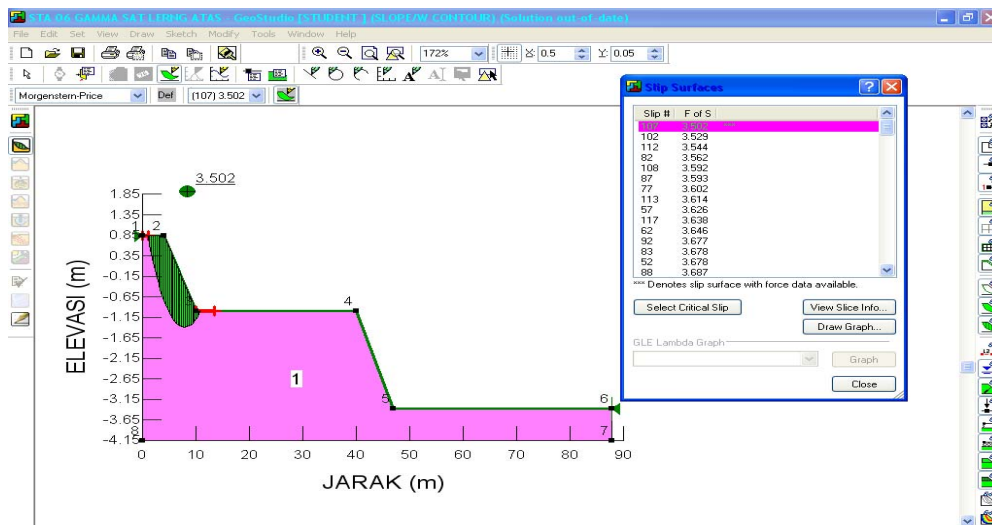
Bidang longoran dibagi dalam beberapa segmen yang akan disajikan dengan bantuan program *GeoStudio 2004 Slope/W Analysis* dalam 3 kondisi yaitu:

1. Parameter lapisan tanah pada lereng tanggul pada kondisi γ sat.
 - a. Kohesi efektif (c) = 4,1 KN/m²

- b. Sudut geser dalam efektif (ϕ) = $25,5^{\circ}$
- c. Berat isi tanah
 - γ_{sat} pada kedalaman - 5 m = $18,25 \text{ KN/m}^3$
- d. Tinggi tanggul (h) = 2 m
- e. Kemiringan tanggul = 1 : 2,5
- f. Perhitungan dengan program *GeoStudio 2004 Slope/W Analysis*



Gambar 8.15 Geometri Tanggul Di Lokasi Penelitian Pada Kondisi γ_{sat}



Gambar 8.16 Bidang Gelincir Kritis Pada Tanggul Dalam Kondisi γ_{sat}

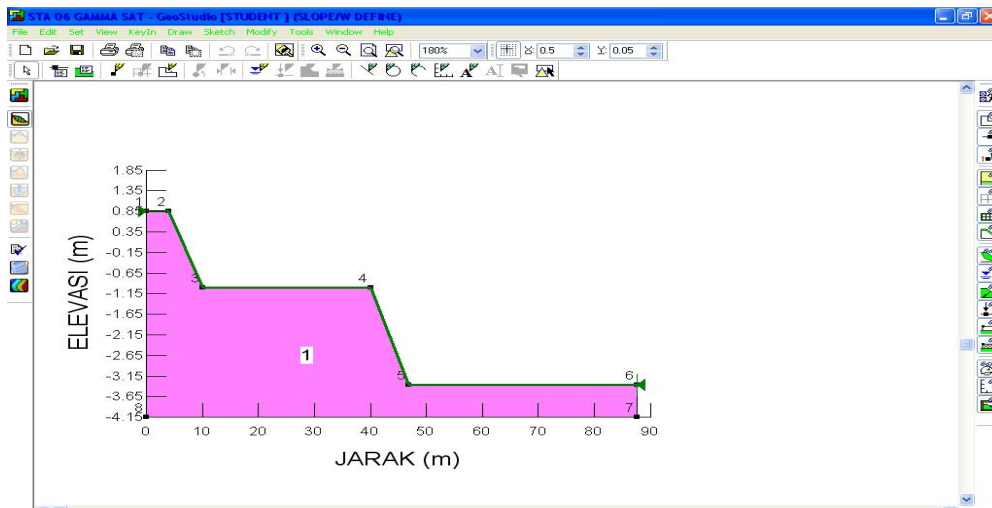
Besarnya faktor keamanan kritis pada tanggul dalam kondisi γ_{stat} adalah 3.502. Dengan demikian kondisi tanggul sungai dinyatakan stabil dan aman karena besarnya faktor keamanan kritis lebih besar dari 1.

2. Parameter lapisan tanah pada lereng tanggul pada kondisi γ_{sub} .

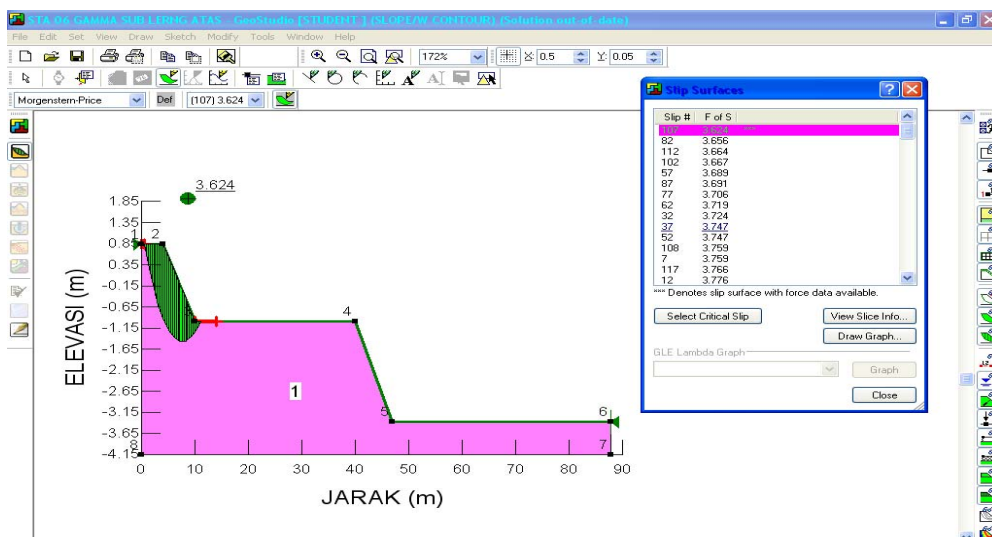
a. Berat isi tanah

▪ γ_{sub} pada kedalaman – 6 m $= 8,25 \text{ KN/m}^3$

b. Perhitungan dengan program *GeoStudio 2004 Slope/W Analysis*



Gambar 8.17 Geometri Tanggul di Lokasi Penelitian Pada Kondisi γ_{sub}



Gambar 8.18 Bidang Gelincir Kritis Pada Tanggul Dalam Kondisi γ_{sub}

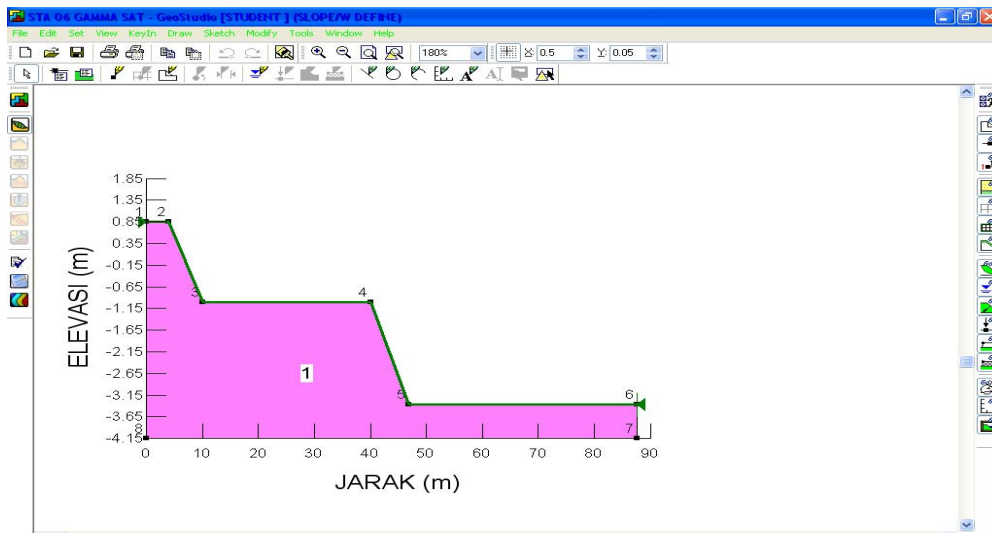
Besarnya faktor keamanan kritis pada tanggul dalam kondisi γ_{sub} adalah 3,624. Dengan demikian kondisi tanggul sungai dinyatakan stabil dan aman karena besarnya faktor keamanan kritis lebih besar dari 1.

3. Parameter lapisan tanah pada lereng tanggul pada kondisi γ_b .

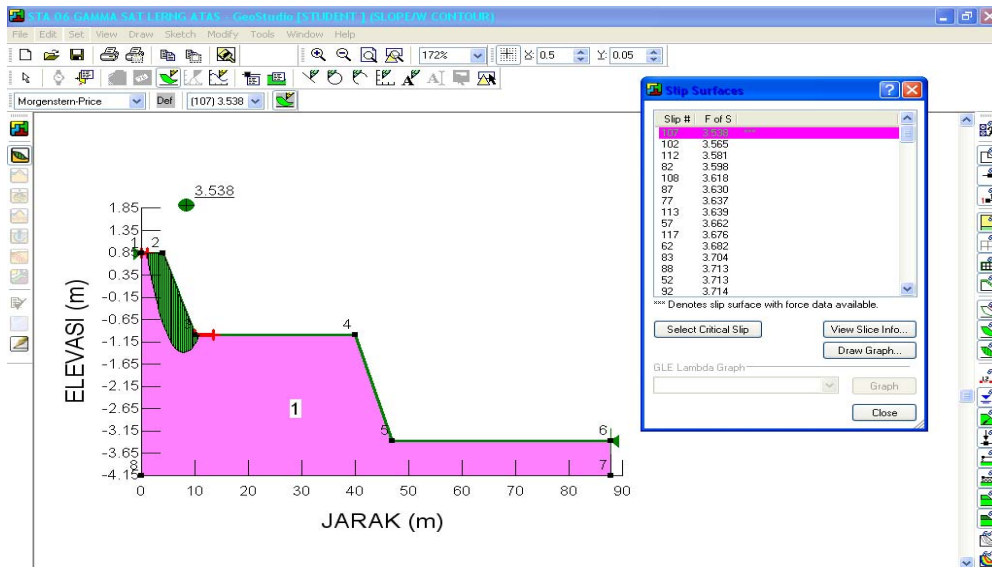
a. Berat isi tanah

▪ γ_b pada kedalaman - 6 m $= 17,7 \text{ KN/m}^3$

b. Perhitungan dengan program *GeoStudio 2004 Slope/W Analysis*



Gambar 8.19 Geometri Tanggul di Lokasi Penelitian Pada Kondisi γ_b



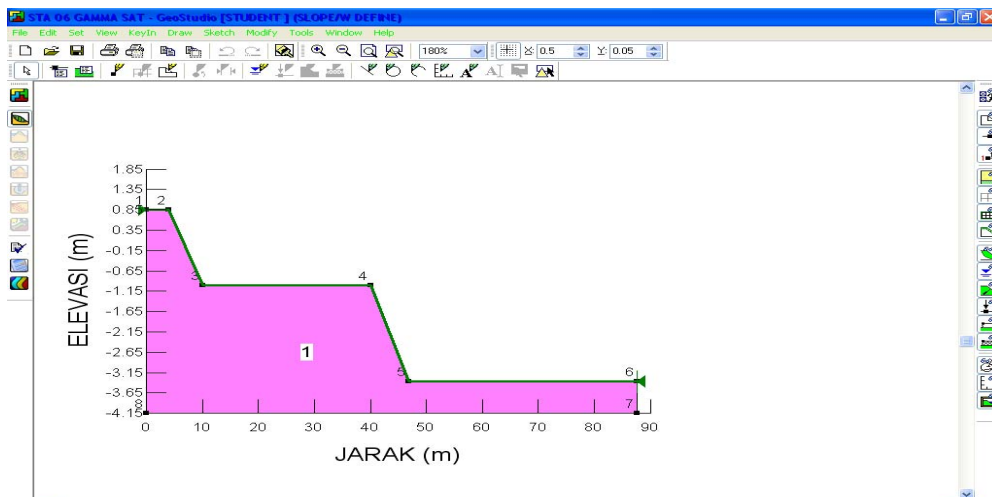
Gambar 8.20 Bidang Gelincir Kritis Pada Tanggul Dalam Kondisi γ_b

Besarnya faktor keamanan kritis pada tanggul dalam kondisi γ_b adalah 3.538. Dengan demikian kondisi tanggul sungai dinyatakan stabil dan aman karena besarnya faktor keamanan kritis lebih besar dari 1.

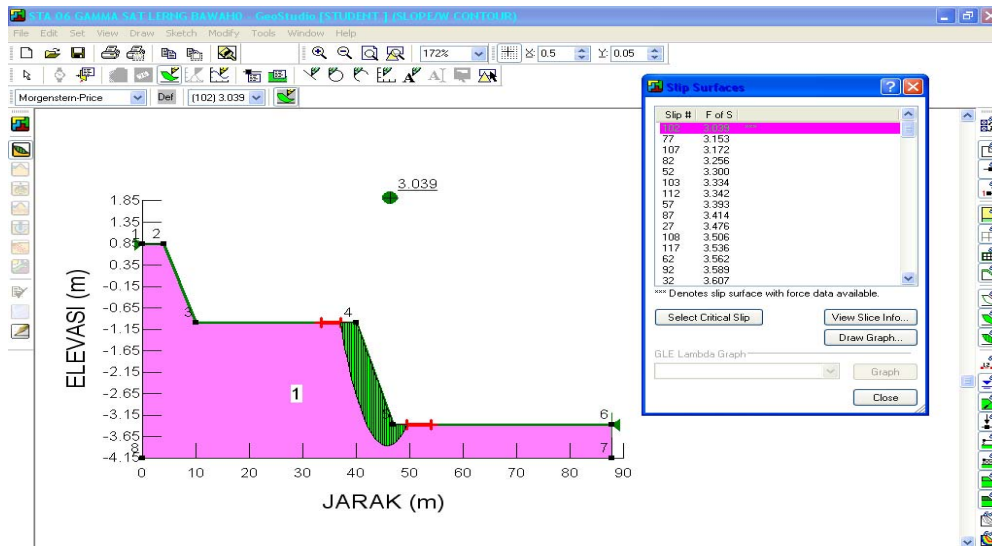
8.4 Stabilitas Lereng Bawah

Pada lereng bawah perlu dicek juga kestabilannya terhadap longsoran (*Land Slide*). Bidang longsoran pada lereng bawah dibagi dalam beberapa segmen yang akan disajikan dengan bantuan program *GeoStudio 2004 Slope/W Analysis* dalam 3 kondisi yaitu:

- γ_{sat}
 - γ_{sub}
 - γ_b
- Parameter lapisan tanah pada lereng bawah pada kondisi γ_{sat} .
- a. Kohesi efektif (c) = 4,1 KN/m²
 - b. Sudut geser dalam efektif (ϕ) = 25,5 °
 - c. Berat isi tanah
 - γ_{sat} pada kedalaman - 6 m = 18,25 KN/m³
 - d. Tinggi tanggul (h) = 2,26 m
 - e. Kemiringan tanggul = 1 : 2,5
 - f. Perhitungan dengan program *GeoStudio 2004 Slope/W Analysis*



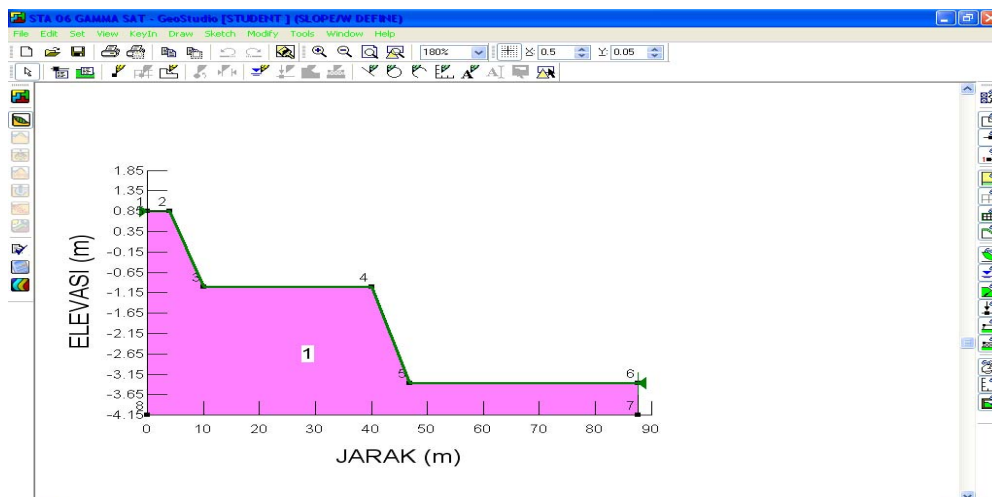
Gambar 8.21 Geometri Lereng Bawah di Lokasi Penelitian Pada Kondisi γ_{sat}



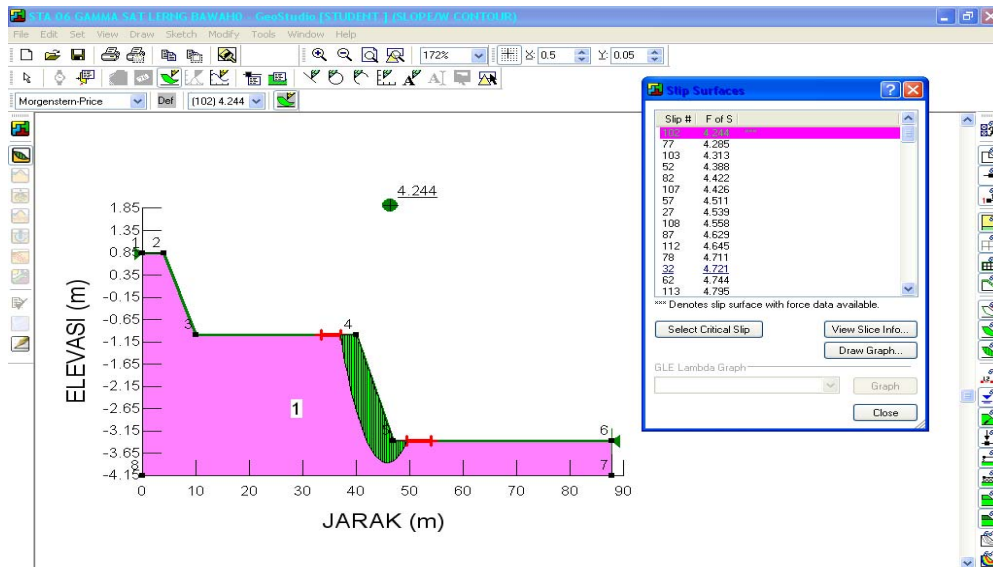
Gambar 8.22 Bidang Gelincir Kritis Pada Lereng Bawah Dalam Kondisi γ_{sat}

Besarnya faktor keamanan kritis pada lereng bawah dalam kondisi γ_{sat} adalah 4.244. Dengan demikian kondisi lereng sungai dinyatakan stabil dan aman karena besarnya faktor keamanan kritis lebih besar dari 1.

2. Parameter lapisan tanah pada lereng bawah pada kondisi γ_{sub} .
 - a. Berat isi tanah
 - γ_{sub} pada kedalaman - 6 m = 8,25 KN/m³
 - b. Perhitungan dengan program *GeoStudio 2004 Slope/W Analysis*



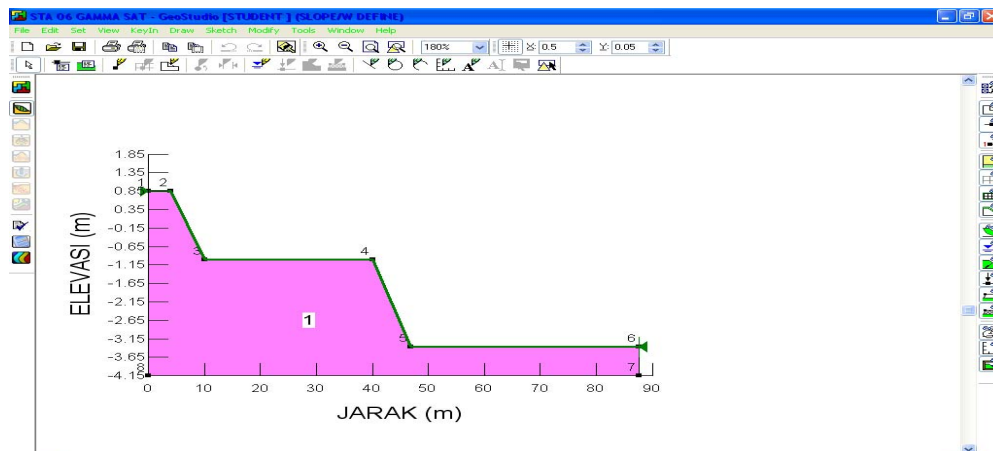
Gambar 8.23 Geometri Lereng Bawah di Lokasi Penelitian Pada Kondisi γ_{sub}



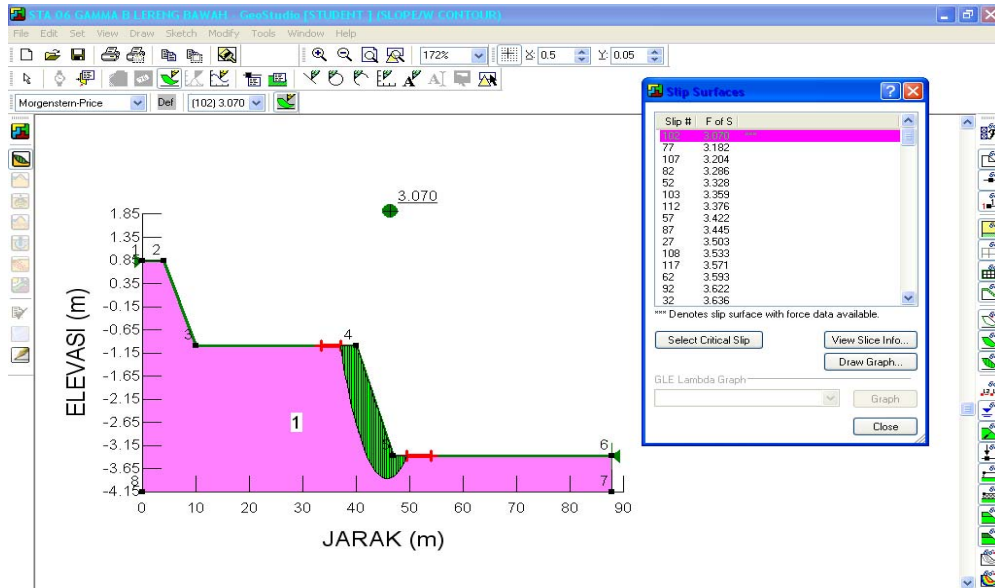
Gambar 8.1 Bidang Gelincir Kritis Pada Lereng Bawah Dalam Kondisi γ_{sub}

Besarnya faktor keamanan kritis pada lereng bawah dalam kondisi γ_{sub} adalah 4.244. Dengan demikian kondisi lereng sungai dinyatakan stabil dan aman karena besarnya faktor keamanan kritis lebih besar dari 1.

3. Parameter lapisan tanah pada lereng bawah pada kondisi γ_b .
 - a. Berat isi tanah
 - γ_b pada kedalaman - 6 m $= 17,70 \text{ KN/m}^3$
 - b. Perhitungan dengan program *GeoStudio 2004 Slope/W Analysis*



Gambar 8.25 Geometri Lereng Bawah di Lokasi Penelitian Pada Kondisi γ_b

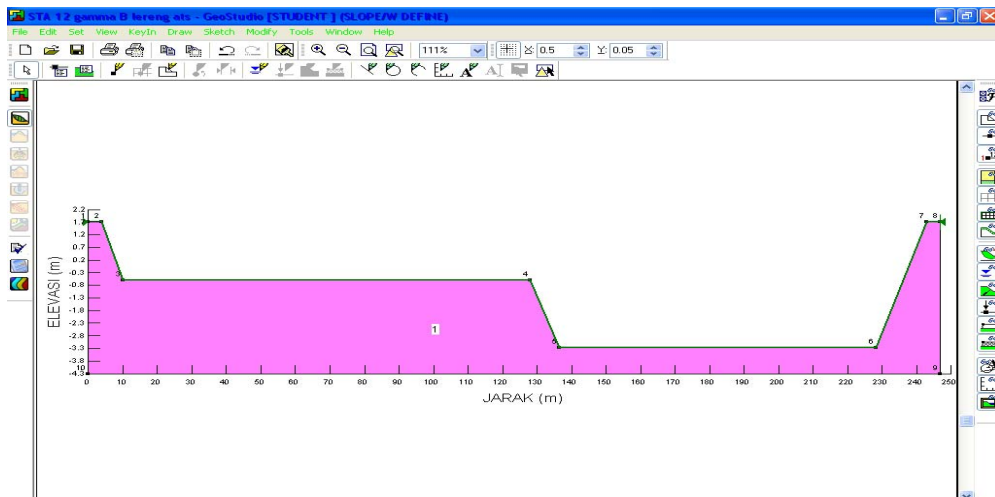


Gambar 8.25 Bidang Gelincir Kritis Pada Lereng Bawah Dalam Kondisi γ_b

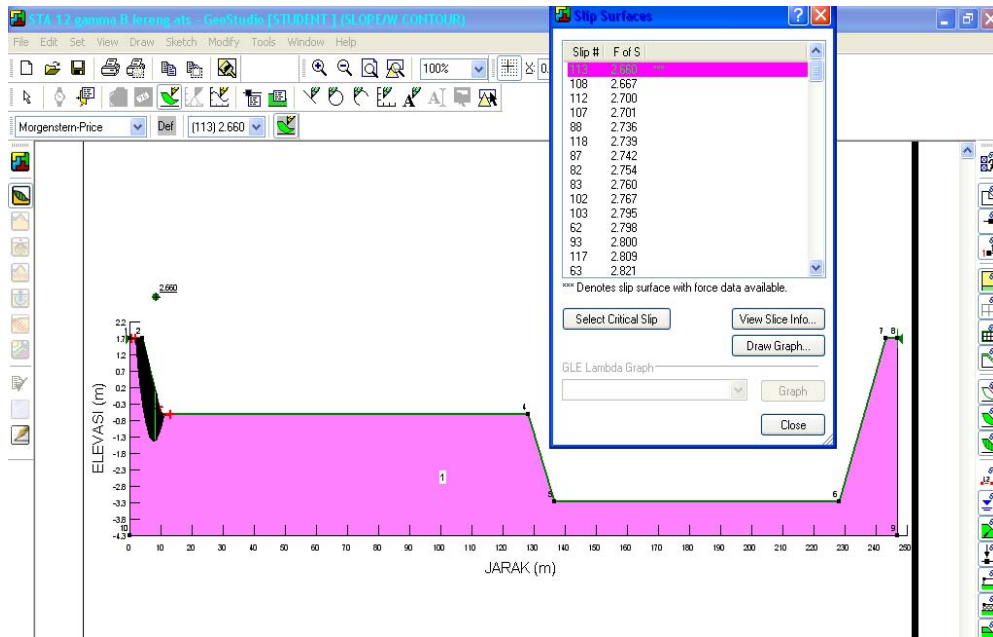
Besarnya faktor keamanan kritis pada lereng bawah dalam kondisi γ_b adalah 3.070. Dengan demikian kondisi lereng sungai dinyatakan stabil dan aman karena besarnya faktor keamanan kritis lebih besar dari 1.

Untuk Sungai dengan penampang tidak simetris perhitungan dengan program *GeoStudio 2004 Slope/W Analysis* dapat dilihat pada gambar berikut :

1. Pada kondisi γ_{sat}

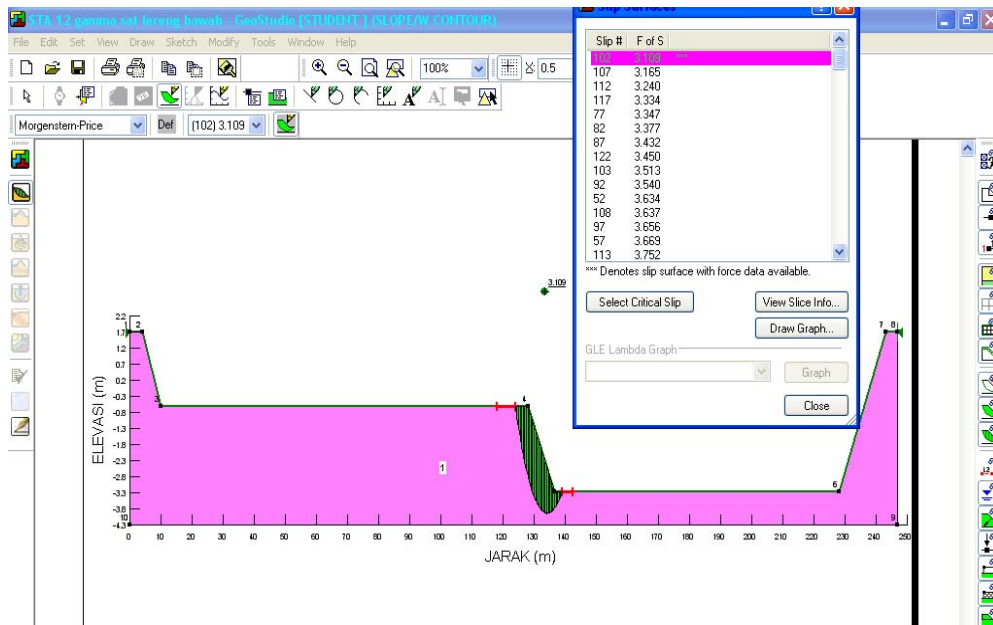


Gambar 8.26 Geometri Lereng di Lokasi Penelitian Pada Kondisi γ_{sat}



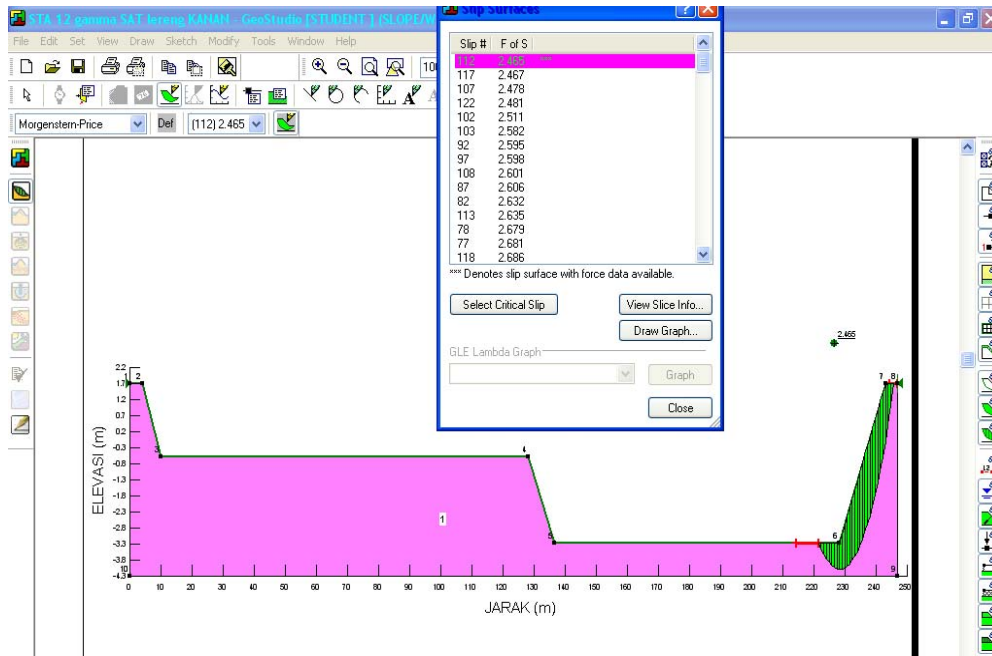
Gambar 8.27 Bidang Gelincir Kritis Pada Lereng kiri atas Dalam Kondisi γ sat

$F_k \text{ min} = 2.660 > 1$ (Aman)



Gambar 8.28 Bidang Gelincir Kritis di Lereng Kiri Bawah Dalam Kondisi γ sat

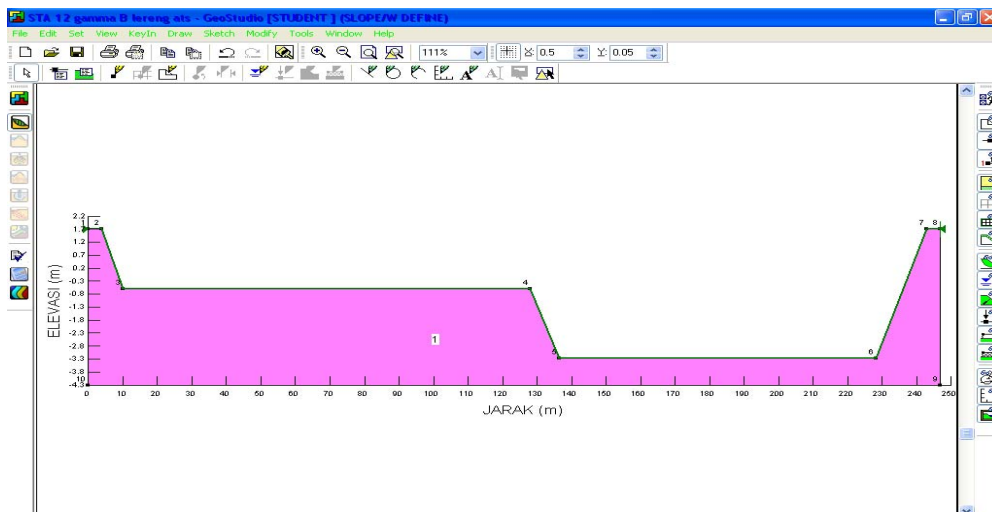
$F_k \text{ min} = 3,109 > 1$ (Aman)



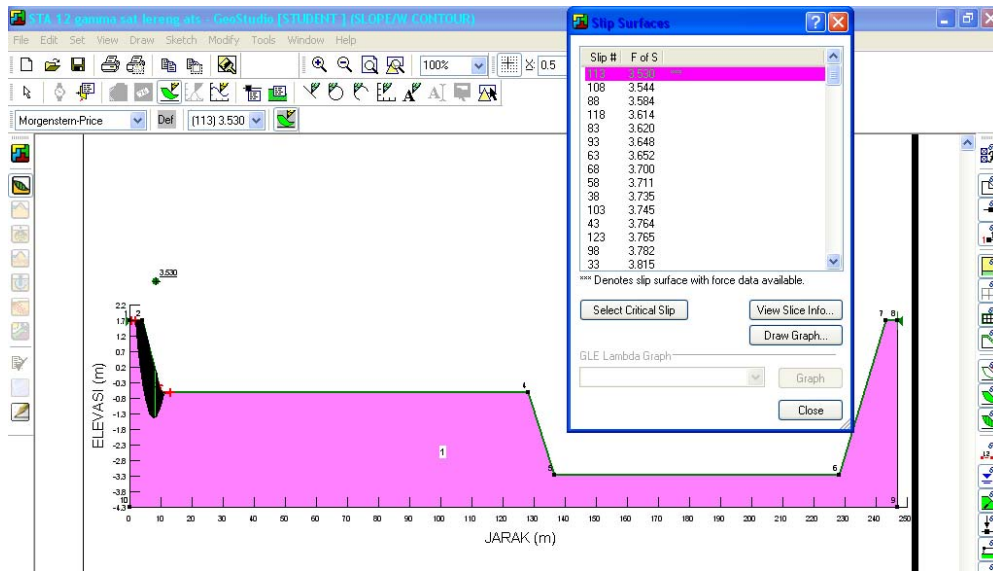
Gambar 8.29 Bidang Gelincir Kritis Pada Lereng Bawah Dalam Kondisi γ_{sat}

$Fk_{min} = 2,465 > 1$ (aman)

2. Pada kondisi γ_{sub}

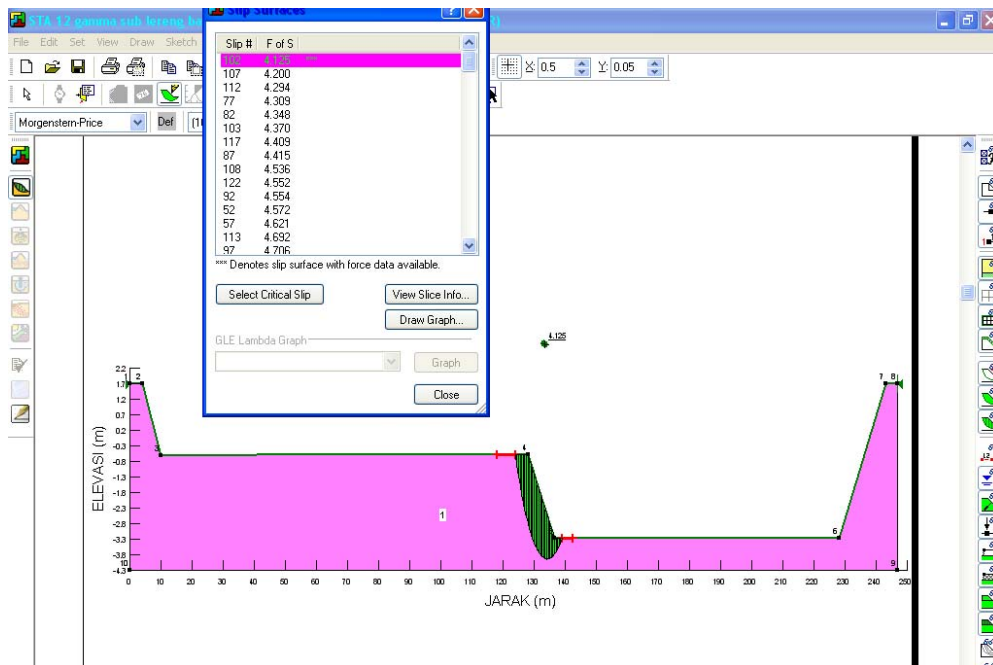


Gambar 8.30 Geometri Lereng di Lokasi Penelitian Pada Kondisi γ_{sub}



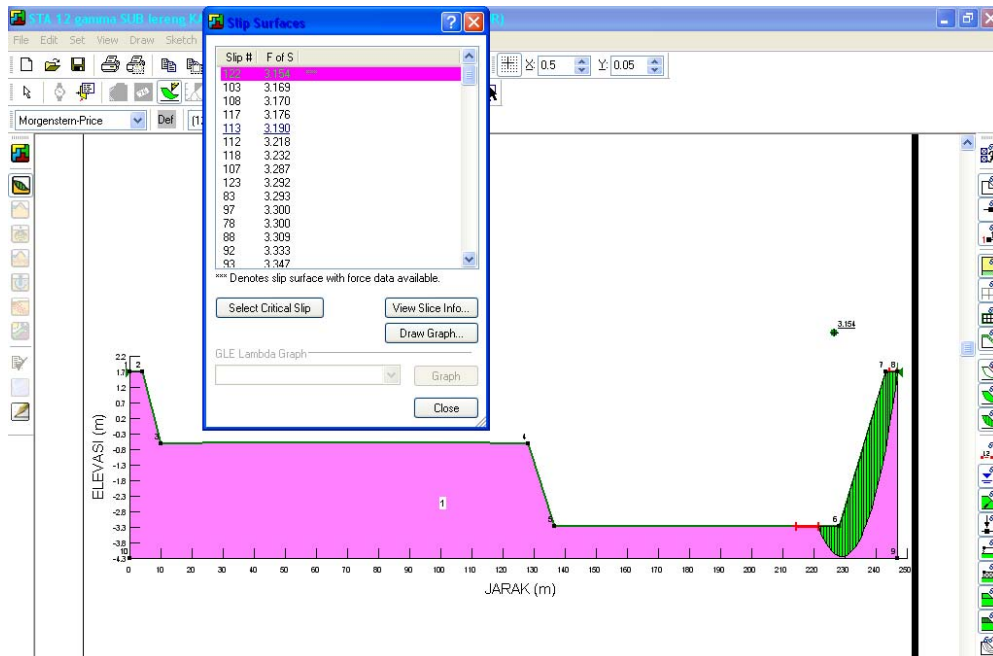
Gambar 8.31 Bidang Gelincir Kritis Pada Lereng Kiri Atas Dalam Kondisi γ_{sub}

$F_k \min = 3.530 > 1$ (aman)



Gambar 8.32 Bidang Gelincir Kritis di Lereng Kiri Bawah Dalam Kondisi γ_{sub}

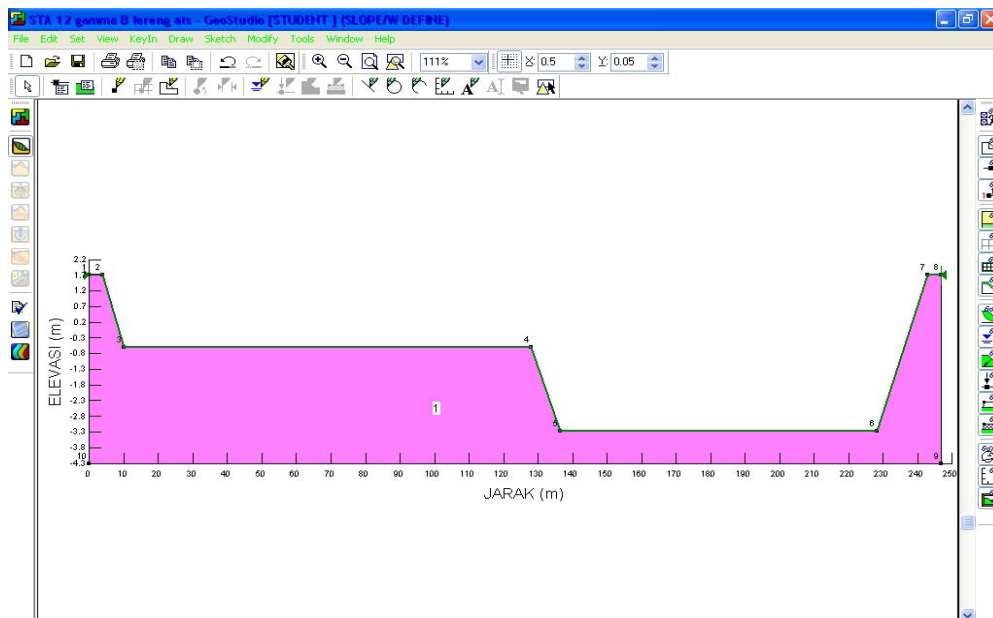
$F_k \min = 4,125 > 1$ (aman)



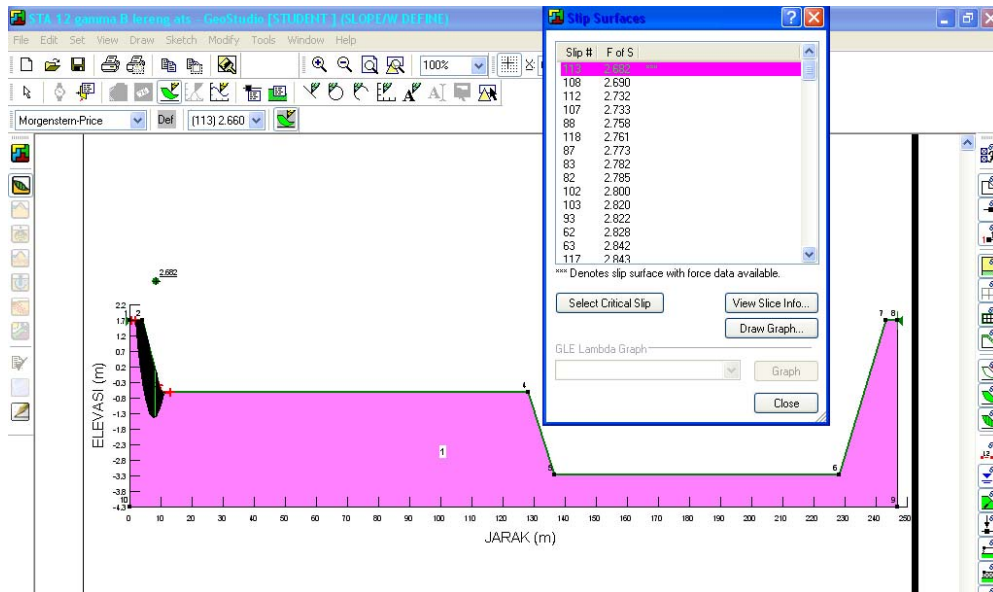
Gambar 8.33 Bidang Gelincir Kritis Pada Lereng Kanan Dalam Kondisi γ_{sub}

Fk min = 3,154 > 1 (aman)

3. Pada kondisi γ_b

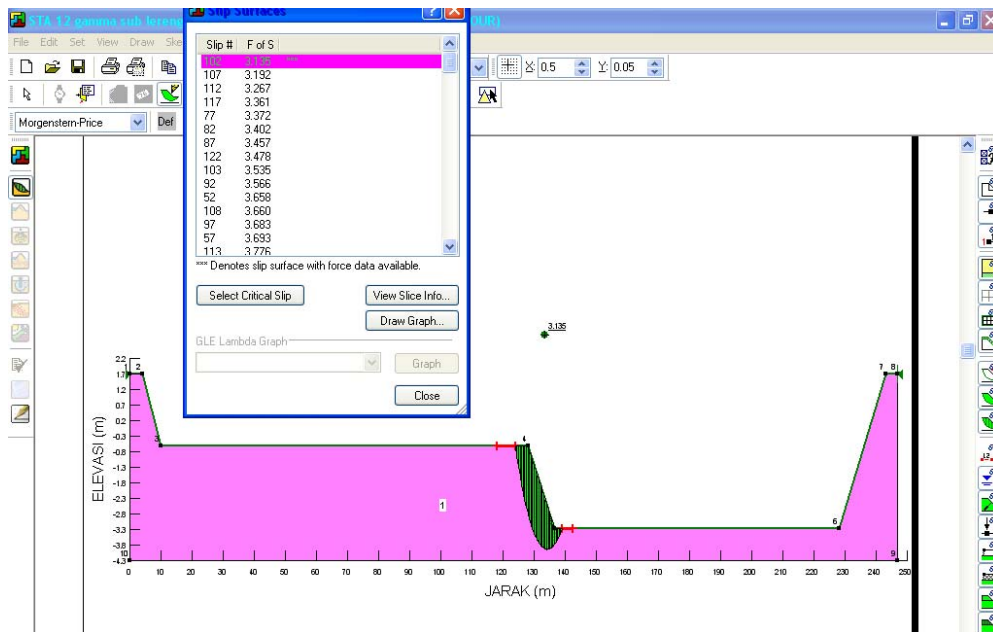


Gambar 8.34 Geometri Tanggul Di Lokasi Penelitian Pada Kondisi γ_b



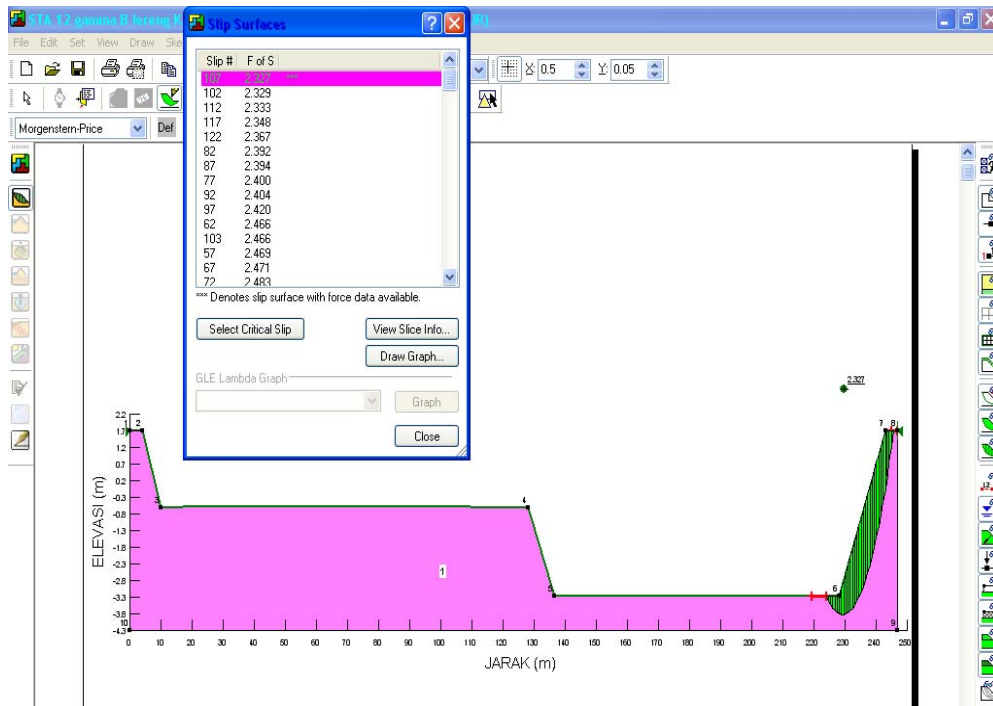
Gambar 8.35 Bidang Gelincir Kritis Pada Lereng Kiri Atas Dalam Kondisi yb

$$Fk \text{ min} = 2.682 > 1 \text{ (aman)}$$



Gambar 8.36 Bidang Gelincir Kritis Pada Lereng Kiri Bawah Dalam Kondisi yb

$$Fk \text{ min} = 3.135 > 1 \text{ (aman)}$$



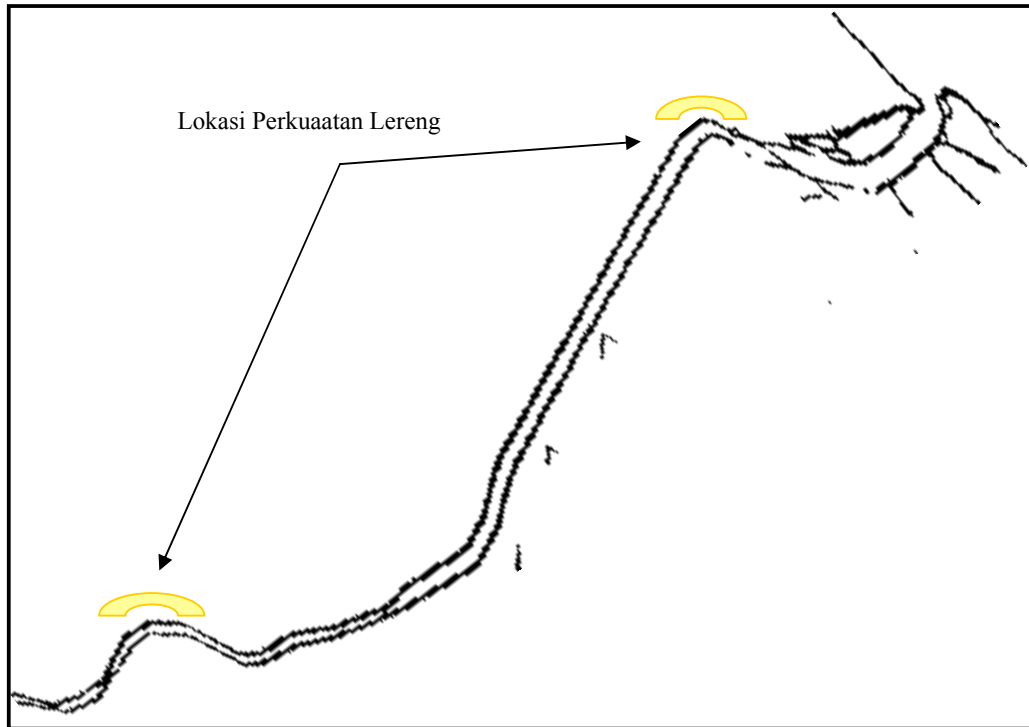
Gambar 8.37 Bidang Gelincir Kritis Pada Lereng Kanan Dalam Kondisi γ_b

$F_k \text{ min} = 2,237 > 1$ (aman)

8.5 Perencanaan Konstruksi Perkuatan Lereng

Perkuatan lereng ini diperlukan untuk menghindari jebolnya tanggul yang disebabkan oleh bangunan yang sudah waktunya direhabilitasi karena umur rencananya akan terlampaui, dan juga perkuatan tanggul lama yang sudah tidak kokoh. Kurang kokohnya tanggul ini disebabkan oleh rusaknya tanggul dikarenakan aliran air sungai, dirusak oleh hewan – hewan kecil, dan juga kurang mendukungnya struktur tanggul untuk menahan gaya horizontal air. Sehingga berdasarkan permasalahan diatas, konstruksi tanggul perlu diperkuat.

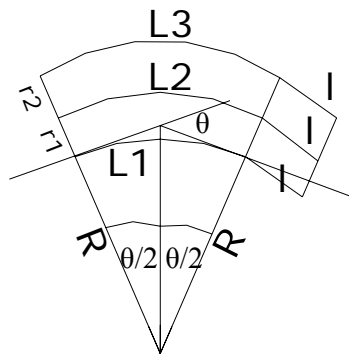
Perkuatan lereng dengan pasangan batu kali ini dibuat pada titik – titik yang rawan terhadap gerusan air, seperti terlihat pada gambar 8.3.



Gambar 8.38 Rencana Lokasi Perkuataan Lereng

Perhitungan panjang perkuataan lereng

1. Perkuataan Lereng I (sta 06 – 08)



Gambar 8.28 Perkuataan Lereng I

Untuk menghitung panjang perkuataan lereng menggunakan rumus :

$$L_{tot} = L + l$$

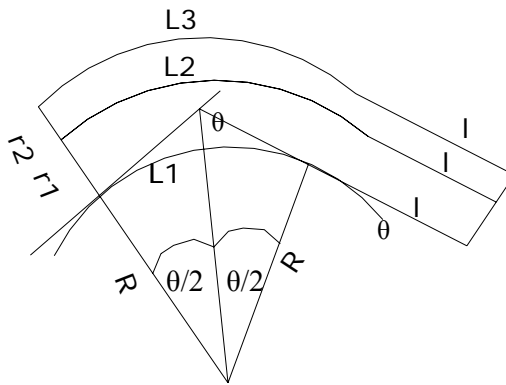
$$L = 2\pi R \times (\theta/360)$$

Dimana :

- L_{tot} = Panjang perkuatan lereng (m)
- L = Panjang Tikungan (m)
- l = Panjang jagaan (m)
- R = Jari - jari tikungan (m)
- θ = Sudut pertemuan antara tangen utama ($^{\circ}$)
- Π = 3,14

Diketahui :

- R = 265 m
 - θ = 26°
 - $L1$ = $2\Pi R \times (\theta/360) = 2\Pi \times 265 \times (26/360) = 120,253$ m
 - $L2$ = $2\Pi (R + r1) \times (\theta/360) = 2\Pi \times (265 + 40) \times (26/360) = 138,405$ m
 - L_{tot} = $L2 + l = 138,405 + 60 = 198,405$ m
 - $L3$ = $2\Pi (R + r1 + r2) \times (\theta/360) = 2\Pi \times (265 + 40 + 20) \times (26/360) = 147,480$ m
 - L_{tot} = $L3 + l = 147,480 + 60 = 207,480$ m
2. Perkuatan Lereng II (sta 19 – 20)



Gambar 8.29 Perkuatan Lereng II

Untuk menghitung panjang perkuatan lereng menggunakan ruus :

- L_{tot} = $L + l$
- L = $2\Pi R \times (\theta/360)$

Dimana :

- L_{tot} = Panjang perkuatan lereng (m)
- L = Panjang Tikungan (m)
- l = Panjang jagaan (m)

R = Jari - jari tikungan (m)

θ = Sudut pertemuan antara tangen utama ($^{\circ}$)

Π = 3,14

Diketahui :

R = 265 m

θ = 14°

L1 = $2\Pi R \times (\theta/360) = 2\Pi \times 265 \times (14/360) = 64,752$ m

L2 = $2\Pi (R + r1) \times (\theta/360) = 2\Pi \times (265 + 40) \times (14/360) = 74,526$ m

L_{tot} = L2 + l = $74,526 + 30 = 104,526$ m

L3 = $2\Pi (R + r1 + r2) \times (\theta/360) = 2\Pi \times (265 + 40 + 20) \times (14/360) = 79,112$ m

L_{tot} = L3 + l = $79,12 + 30 = 109,12$ m