

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data

Data yang akan digunakan dalam perhitungan pada skripsi ini adalah data yang berasal dari konsultan yaitu sebagai berikut :

1. Data topografi

Data topografi yang sudah diperoleh akan digunakan untuk dapat melihat profil dari permukaan tanah. Dari data topografi ini kita dapat mengetahui elevasi dari permukaan tanah, *slope*/kemiringan dari lereng, dapat menentukan posisi dari bangunan yang akan direncanakan. (lihat pada lampiran)

2. Data mekanika tanah

Data mekanika tanah yang diperoleh akan digunakan untuk menghitung kestabilan lereng yaitu : kohesi (c), sudut gesek dalam tanah (ϕ), Berat volume tanah (γ). Nilai-nilai parameter tanah akan dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Nilai-nilai Parameter Tanah

No.	Parameter Tanah	Simbol	Satuan	No. Sampel											
				BH-01		BH-02		BH-03		BH-04		BH-05		BH-06	
				1.50-2.00 m	1.50-2.00 m	3.50-4.00 m	1.50-2.00 m	3.50-4.00 m	1.50-2.00 m	1.50-2.00 m	1.50-2.00 m	1.50-2.00 m	1.50-2.00 m	3.50-4.00 m	
1	Berat Spesifik Butiran Padat	Gs	-	2.53	2.24	2.58	2.20	2.24	2.43	2.42	2.41	2.32			
2	Berat Volume Air	γ_w	kN/m ³	9.81	9.81	9.81	9.81	9.81	9.81	9.81	9.81	9.81			
3	Angka Pori	e	-	1.26	1.48	1.60	1.36	1.28	1.26	0.87	1.17	1.03			
4	Sudut Geser Tanah	θ	°	5.49	4.52	5.26	5.94	4.52	5.26	12.69	27.04	33.12			
5	Kohesi Tanah	c	kN/m ²	0.30	1.00	0.90	1.00	1.00	0.60	14.70	28.00	43.00			
6	Berat volume tanah kering	γ_d	kN/m ³	10.98	8.86	9.73	9.14	9.64	10.55	12.70	10.89	11.21			
7	Berat volume tanah jenuh air	γ_{sat}	kN/m ³	16.45	14.72	15.77	14.80	15.15	16.02	17.26	16.18	16.19			

Sumber : UUK BPP FT UB dan Hasil Perhitungan

3. Data bor log

Data bor log merupakan data yang digunakan sebagai penentuan jenis tanah dan kekerasan dari tanah tersebut. Data ini dipakai sebagai inputan untuk menganalisis stabilitas lereng (lihat pada lampiran). Sedangkan penyebaran lokasi titik bor akan ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Lokasi Pelaksanaan Titik bor

BH	Lokasi	Koordinat	Kedalaman Bor
1	Bagian Bawah Water Treatment	217691.932 mE ; 9034365.664 mN	25 m
2	Bagian Bawah Powerhouse APBN	217807.924 mE ; 9034399.097 mN	25 m
3	Bagian Bawah Powerhouse ADB	217892.558 mE ; 9034460.500 mN	20 m
4	Tranformer ADB	217893.326 mE ; 9034407.893 mN	20 m
5	Powerhouse APBN	217718.558 mE ; 9034486.280 mN	20 m
6	Bagian Atas Powerhouse APBN	217776.916 mE ; 9034478.560 mN	20 m

Sumber : UUK BPP FT UB

4. Data Geologi

Data geologi tersebut dibutuhkan untuk dapat melihat jenis tanah pada lokasi PLTP Ulumbu serta dapat melihat letak sesar dan kekar. Batuan yang ditemui di lokasi PLTP Ulumbu dari hasil pemetaan geologi permukaan yaitu dari yang berumur muda ketua adalah: endapan aluvial (*river deposit*), endapan koluvial, residual soil, satuan breksi, lapili tuf, dan batuan beku andesit.

Struktur geologi yang dijumpai disekitar area PLTP Ulumbu yaitu struktur kekar berlembar (*sheeting join*) dan kekar gerus pada lava andesit.



Gambar 4.1. Kekar Berlembar (*sheeting join*) dan Kekar Gerus pada Satuan Andesit

4.2. Lokasi Kelongsoran

Berdasarkan hasil identifikasi di lapangan maka kordinat lokasi kelongsoran yang pernah terjadi di PLTP Ulumbu NTT ada 3 titik kelongsoran dengan kordinatnya masing-masing sebagai berikut :

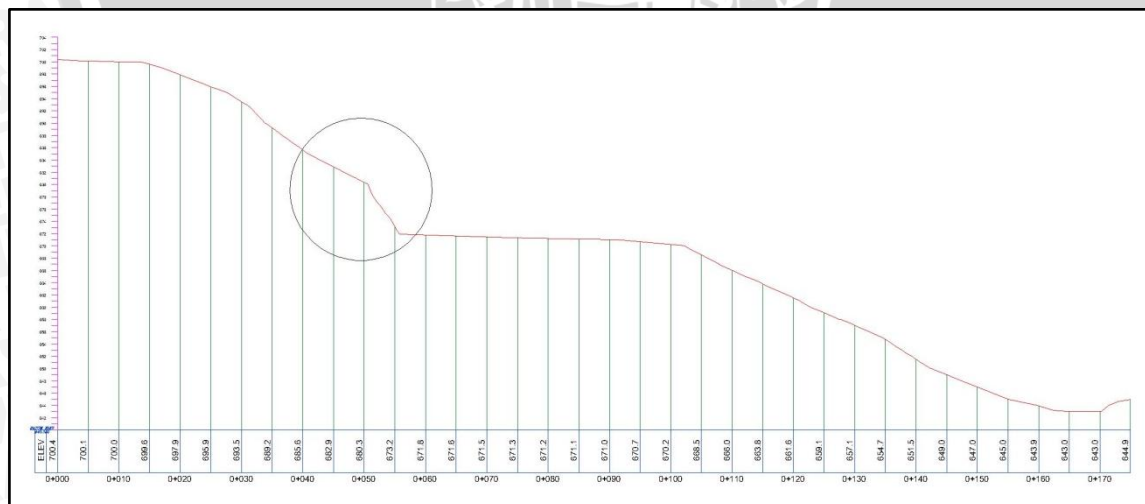
1. Kordinat kelongsoran pertama (217922.4058 mE ; 9034459.9562 mN)
2. Kordinat kelongsoran kedua (217916.8567 mE ; 9034430.7818 mN)
3. Kordinat kelongsoran ketiga (217809.2660 mE ; 9034460.9670 mN)

Kordinat kelongsoran ketiga yang dianggap paling berbahaya dan sangat mengancam bangunan yang adalah kordinat kelongsoran ketiga. Kordinat kelongsoran ketiga ini terletak pada *cross* 15, hal ini yang menjadi suatu permasalahan dan harus segera ada penanganan yang dilakukan pada lokasi kelongsoran ketiga ini. Lokasi kelongsoran tersebut memang belum ada penanganan perkuatan lereng, dimana pada *cross* 13 sampai *cross* 17 dengan jarak sejauh 50 m.

Ada beberapa alasan lereng pada kordinat kelongsoran ketiga dipilih sebagai daerah tinjauan, yaitu :

1. Sudah pernah terjadi longsor di lokasi tersebut.
2. Jarak kelongsoran yang sangat dekat dengan bangunan (± 5 m)
3. Paling dekat dengan lokasi borlog (*Cross* BH-06 ; BH-02)
4. Kemiringan lereng yang cukup terjal.

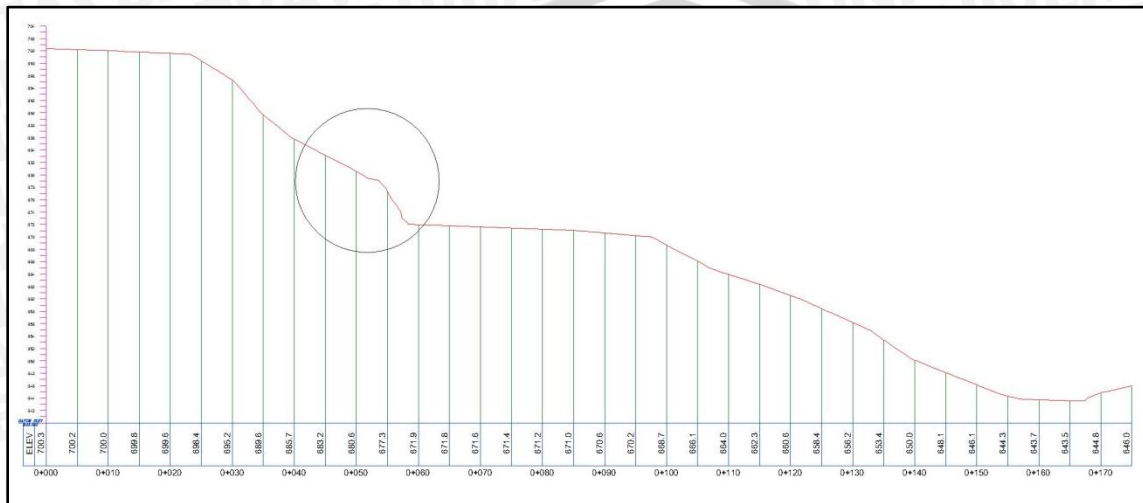
Data-data teknis dari lereng *cross* 13 sampai dengan *cross* 17 akan ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.2. Kelongsoran Ketiga pada *Cross* 13

Kalau ditinjau dari gambar 4.2. maka dapat diperoleh data teknis lereng *Cross 13* sebagai berikut :

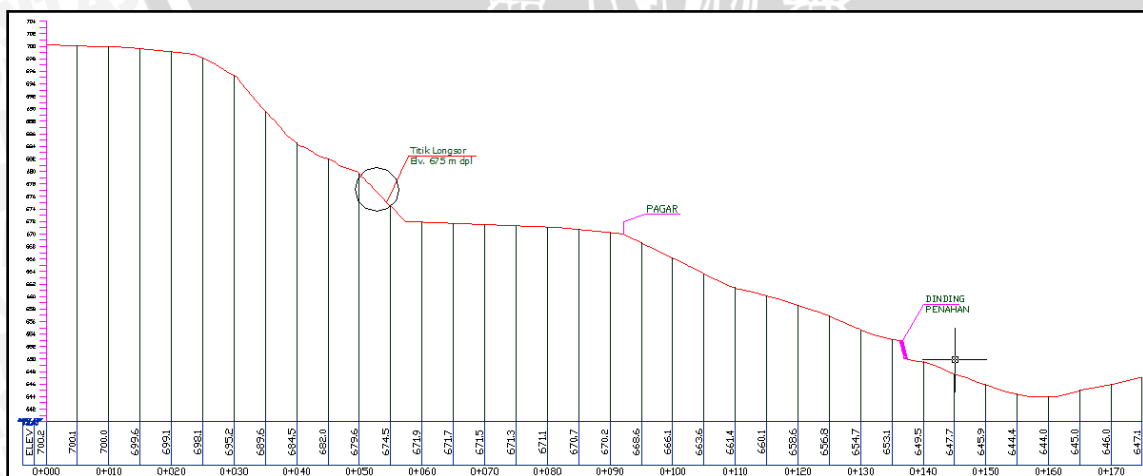
- Kemiringan Lereng = 36°
- Tinggi Lereng = 28 m
- Data tanah (BH-06) = lihat pada Tabel 4.1.



Gambar 4.3. Kelongsoran Ketiga pada *Cross 14*

Kalau ditinjau dari gambar 4.3. maka dapat diperoleh data teknis lereng *Cross 14* sebagai berikut :

- Kemiringan Lereng = 39°
- Tinggi Lereng = 27 m
- Data tanah (BH-06) = lihat pada Tabel 4.1.



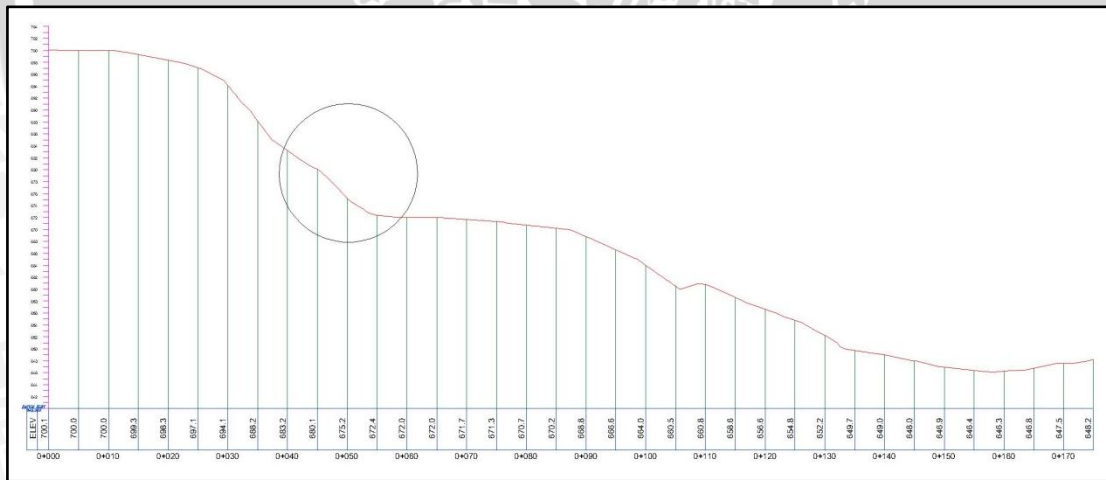
Gambar 4.4. Kelongsoran Ketiga pada *Cross 15*



Gambar 4.5. Foto Lokasi Kelongsoran Ketiga pada Cross 15

Kalau ditinjau dari gambar 4.4. maka dapat diperoleh data teknis lereng Cross 15 sebagai berikut :

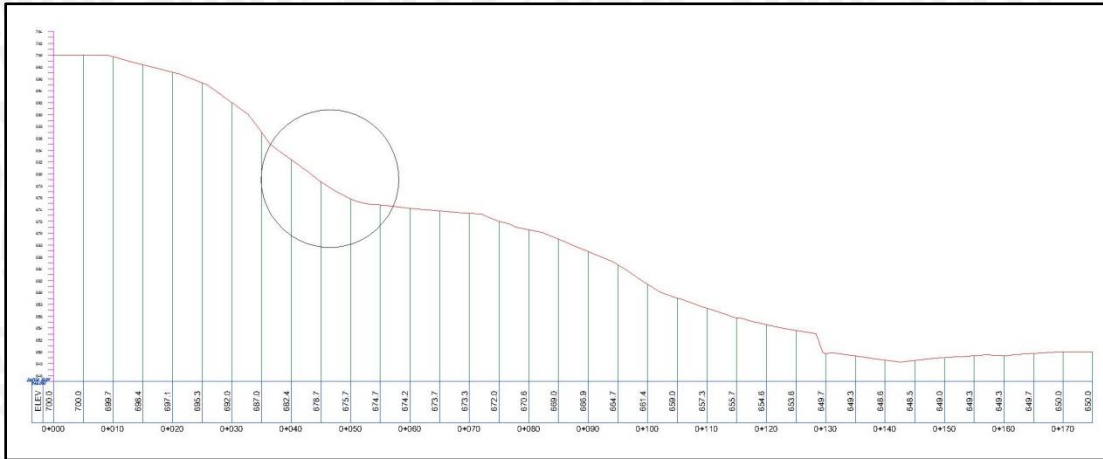
- Kemiringan Lereng = 40°
- Tinggi Lereng = 26 m
- Data tanah (BH-06) = lihat pada Tabel 4.1.



Gambar 4.6. Kelongsoran Ketiga pada Cross 16

Kalau ditinjau dari gambar 4.6. maka dapat diperoleh data teknis lereng Cross 16 sebagai berikut :

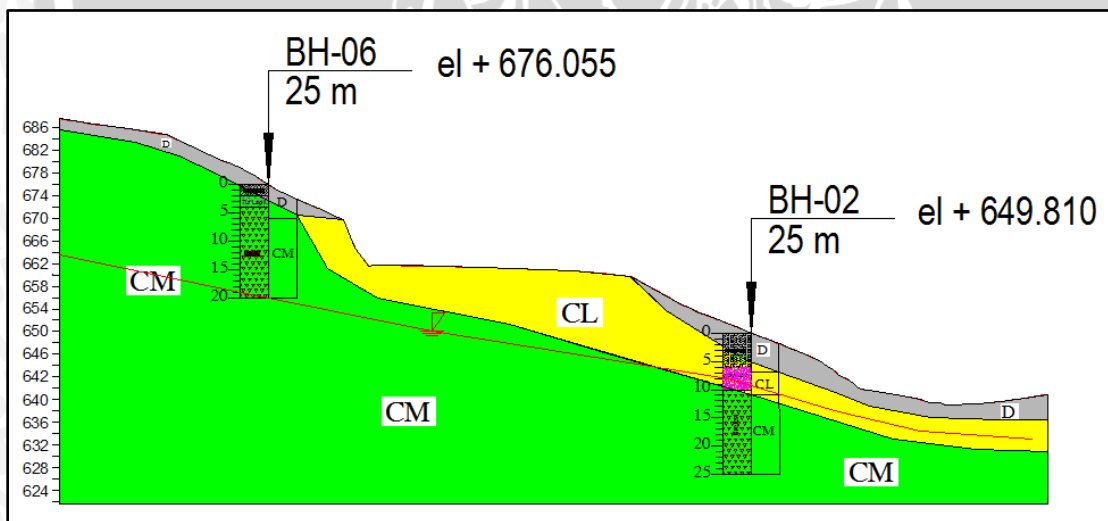
- Kemiringan Lereng = 38°
- Tinggi Lereng = 25 m
- Data tanah (BH-06) = lihat pada Tabel 4.1.



Gambar 4.7. Kelongsoran Ketiga pada Cross 17

Kalau ditinjau dari gambar 4.7. maka dapat diperoleh data teknis lereng Cross 17 sebagai berikut :

- Kemiringan Lereng = 35°
- Tinggi Lereng = 23 m
- Data tanah (BH-06) = lihat pada Tabel 4.1.



Gambar 4.8. Kelongsoran Ketiga pada Cross BH-06 ; BH-02

Kalau ditinjau dari gambar 4.8. maka dapat diperoleh data teknis lereng Cross BH-06 ; BH-02 sebagai berikut :

- Kemiringan Lereng = 61°
- Tinggi Lereng = 8 m
- Data tanah (BH-06) = lihat pada Tabel 4.1.

4.3. Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Aplikasi GeoStudio 2007

Analisis nilai faktor keamanan lereng di lokasi PLTP Ulumbu NTT, diperoleh dengan menggunakan aplikasi GoeStudio 2007. Dengan bantuan aplikasi tersebut maka dapat menghasilkan nilai faktor keamanan lereng yang lebih akurat dibandingkan kita menghitung secara manual. Nilai faktor keamanan lereng akan diketahui aman atau tidak berdasarkan ketentuan sebagai berikut :

- $FS < 1$ (Lereng tidak aman)
- $FS = 1$ (Lereng keadaan labil)
- $FS > 1$ (Lereng aman)

Analisis nilai faktor keamanan lereng dihitung dalam dua tahap yaitu : analisis faktor keamanan lereng sebelum adanya alternatif pengamanan lereng dan analisis faktor keamanan lereng setelah adanya alternatif pengamanan lereng. Sedangkan data inputan yang dibutuhkan adalah :

- Berat volume tanah kering (γ_d) untuk kondisi musim kemarau
- Berat volume tanah jenuh air (γ_{sat}) untuk kondisi musim hujan
- Kohesi tanah (c)
- Sudut geser tanah (θ)

Berdasarkan data-data inputan tersebut (lihat Tabel 4.1), maka nilai faktor keamanan bisa diketahui dengan cara dianalisis menggunakan aplikasi GeoStudio 2007.

4.3.1. Analisis Faktor Keamanan Lereng Sebelum Adanya Alternatif Pengamanan Lereng

Analisis nilai faktor keamanan lereng sebelum adanya alternatif pengamanan lereng dihitung menggunakan metode *Bishop*. Analisis tersebut dilakukan pada dua kondisi yaitu :

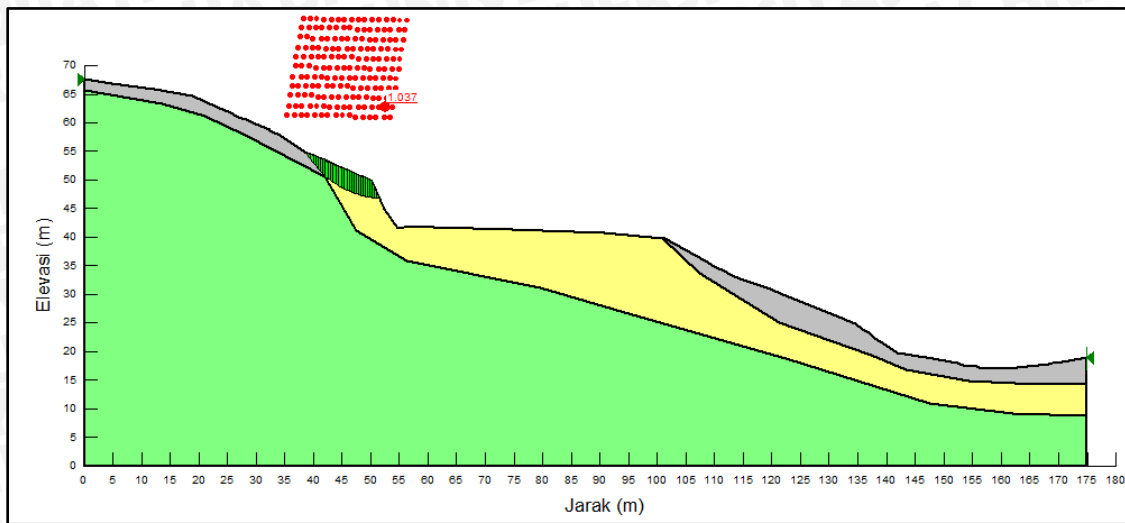
- Analisis lereng pada musim kemarau.
- Analisis lereng pada musim hujan.

Dari hasil analisis nilai faktor keamanan pada kedua kondisi ini maka akan dipilih nilai faktor keamanan kritis. Nilai faktor keamanan tersebut yang akan menunjukkan bahwa kondisi lereng akan mengalami longsor atau tidak.

4.3.1.1. Nilai Faktor Keamanan Lereng Sebelum Adanya Alternatif Pengamanan Lereng Kondisi Musim Kemarau

Hasil analisis faktor keamanan lereng pada kondisi musim kemarau menggunakan aplikasi GeoStudio 2007 didapat nilai faktor keamanan lereng tersebut sebesar **1,037**.

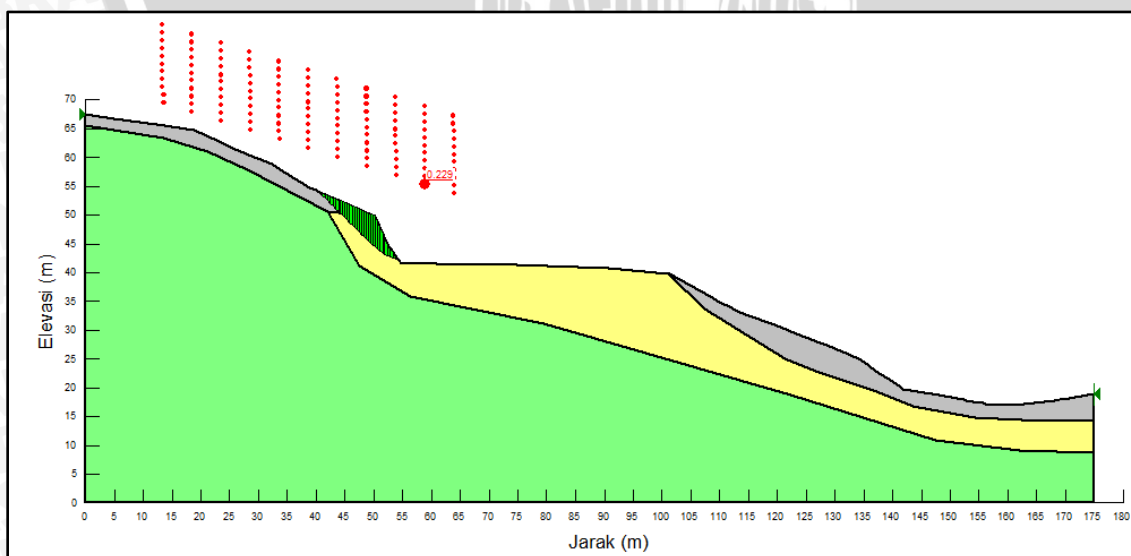
Berdasarkan nilai faktor keamanan yang ada maka disimpulkan bahwa lereng tersebut **aman**, namun berpotensi untuk segera longsor. Dapat di lihat hasil analisisnya pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Analisis Faktor Keamanan Lereng pada Kondisi Musim Kemarau (Cross BH-06 ; BH-02)

4.3.1.2. Nilai Faktor Keamanan Lereng Sebelum Adanya Alternatif Pengamanan Lereng Kondisi Musim Hujan

Hasil analisis faktor keamanan lereng pada kondisi musim hujan menggunakan aplikasi GeoStudio 2007 didapat nilai faktor keamanan lereng tersebut sebesar **0,229**. Berdasarkan nilai faktor keamanan yang ada maka disimpulkan bahwa lereng tersebut **tidak aman**. Dapat di lihat hasil analisisnya pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Analisis Faktor Keamanan Lereng pada Kondisi Musim Hujan (Cross BH-06 ; BH-02)

Semua hasil analisis lereng *cross* BH-06 ; BH-02 sebelum adanya alternatif pengamanan lereng pada kondisi musim hujan dan musim kemarau akan ditampilkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Rekapitulasi Nilai Faktor Keamanan Sebelum Adanya Alternatif Pengamanan Lereng

Kondisi Musim	Nilai Faktor Keamanan (FS)	Keterangan Kondisi Lereng
Musim Kemarau	1,037	Aman
Musim Hujan	0,229	Tidak Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.2. Analisis Faktor Keamanan Lereng Setelah Adanya Alternatif Pengamanan Lereng

Analisis faktor keamanan lereng akan dilanjutkan pada kondisi musim kemarau dan juga musim hujan. Analisis tersebut akan dibandingkan berapa perbedaan nilai faktor keamanan pada kondisi musim kemarau dan musim hujan. Struktur yang dipakai untuk analisis faktor keamanan lereng tersebut adalah Dinding Penahan Tanah (DPT) dan *Bore pile*.

Nilai faktor keamanan lereng akan diketahui aman atau tidak berdasarkan ketentuan sebagai berikut :

- $FS < 1,5$ (Lereng tidak aman)
- $FS = 1,5$ (Lereng keadaan labil)
- $FS > 1,5$ (Lereng aman)

4.3.2.1. Analisis Faktor Keamanan Lereng Setelah Adanya Alternatif Pengamanan Lereng Kondisi Musim Kemarau

Analisis faktor keamanan lereng sesudah adanya bangunan pada kondisi musim kemarau terdapat 4 (empat) alternatif yaitu sebagai berikut :

1. Nilai faktor keamanan lereng alternatif 1 (2 *Bore pile*)

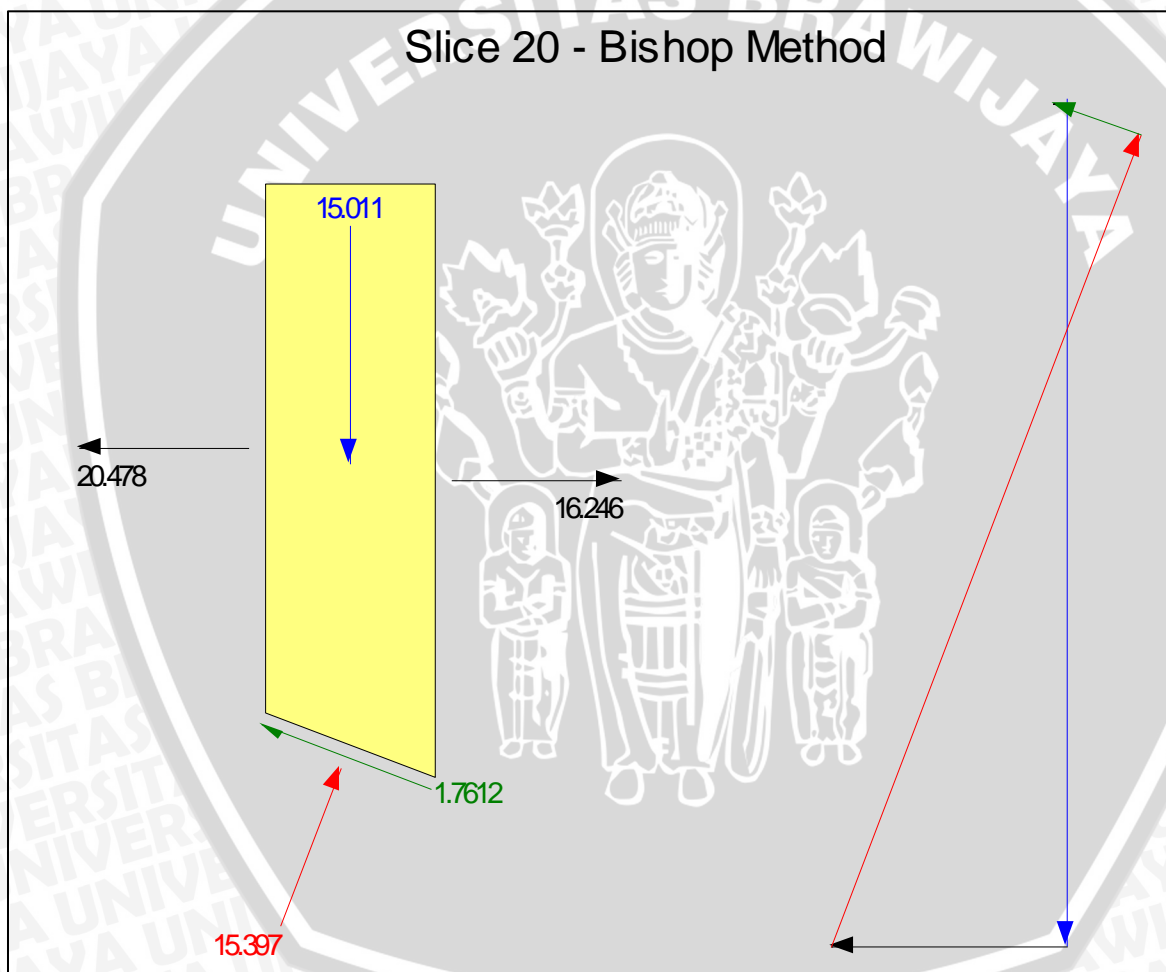
Bore pile yang diletakan pada potongan melintang lereng *Cross* BH-06 ; BH-02 tersebut memiliki data teknis sebagai berikut :

- Kedalaman *bore pile* = 15 m
- Diameter dari *bore pile* = 0,25 m

- Jarak antara *bore pile* 1 ke *bore pile* 2 (Melintang) = 4,199 m
- Jarak antara *bore pile* satu dengan *bore pile* lainnya (Memanjang) = 1 m

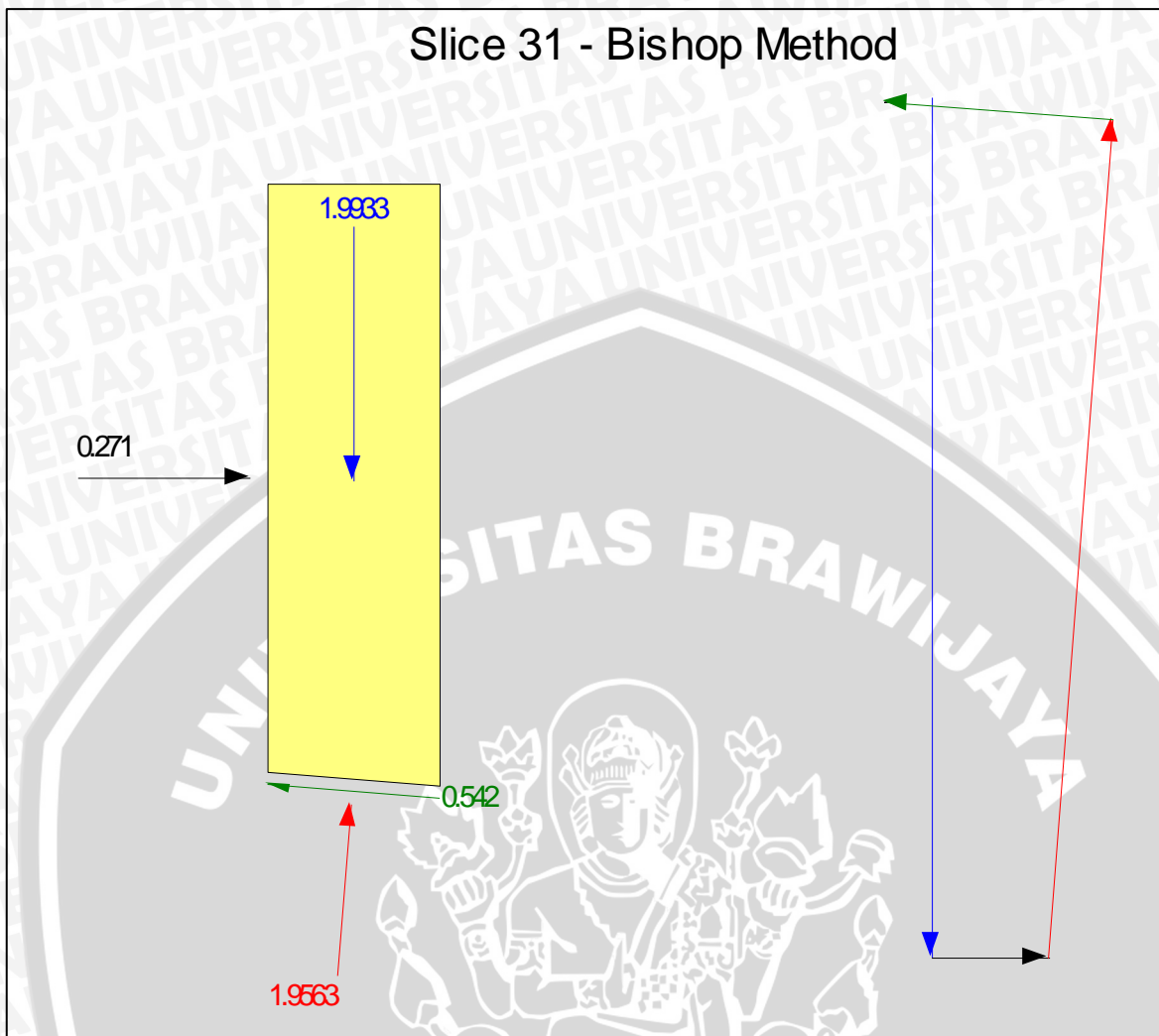
Selain dari data-data teknis di atas maka yang perlu diperhatikan juga adalah nilai inputan *shear force* karena sangat berpengaruh pada nilai faktor keamanan lereng. Apabila semakin kecil inputan nilai *shear force* maka semakin kecil pula nilai faktor keamanan lereng. Nilai inputan *shear force* ditentukan berdasarkan letak dari *bore pile* berada pada *slice* atau irisan dari radius kelongsoran lereng tersebut.

Nilai inputan *shear force* untuk *bore pile* 1 dan 2 pada alternatif 1 (2 *bore pile*) akan ditentukan berdasarkan *slice* atau irisan dari hasil analisis faktor keamanan kondisi musim kemarau (*Cross* BH-06 ; BH-02) lihat Gambar 4.9.



Gambar 4.11. Nilai *Shear Force Bore Pile* 1 pada *Cross* BH-06 ; BH-02 (Kondisi Musim Kemarau) Alternatif 1 (2 *Bore Pile*)

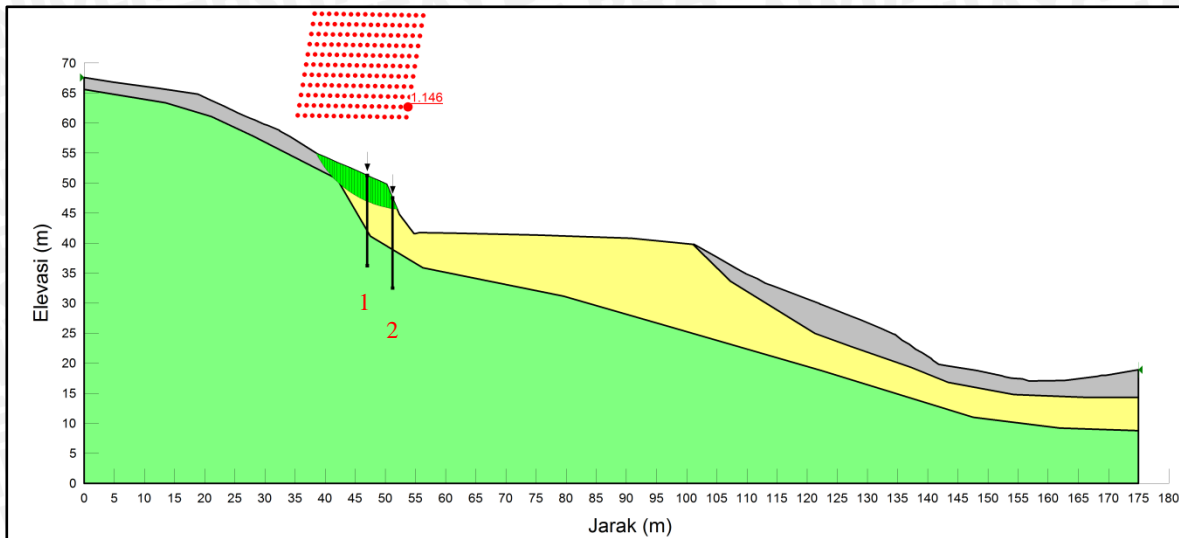
Berdasarkan Gambar 4.11 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 20,478 kN.



Gambar 4.12. Nilai *Shear Force Bore Pile* 2 pada *Cross BH-06 ; BH-02* (Kondisi Musim Kemarau) Alternatif 1 (*2 Bore Pile*)

Berdasarkan Gambar 4.12 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 0,271 kN.

Hasil analisis faktor keamanan lereng setelah adanya struktur *bore pile* kondisi musim kemarau menggunakan aplikasi GeoStudio 2007 didapat nilai faktor keamanan lereng tersebut sebesar **1,146**. Berdasarkan nilai faktor keamanan yang ada maka disimpulkan bahwa lereng tersebut **tidak aman**. Dapat di lihat hasil analisisnya pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Hasil Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng *Cross* BH-06 ; BH-02 Alternatif 1 (2 *Bore pile*) Musim Kemarau.

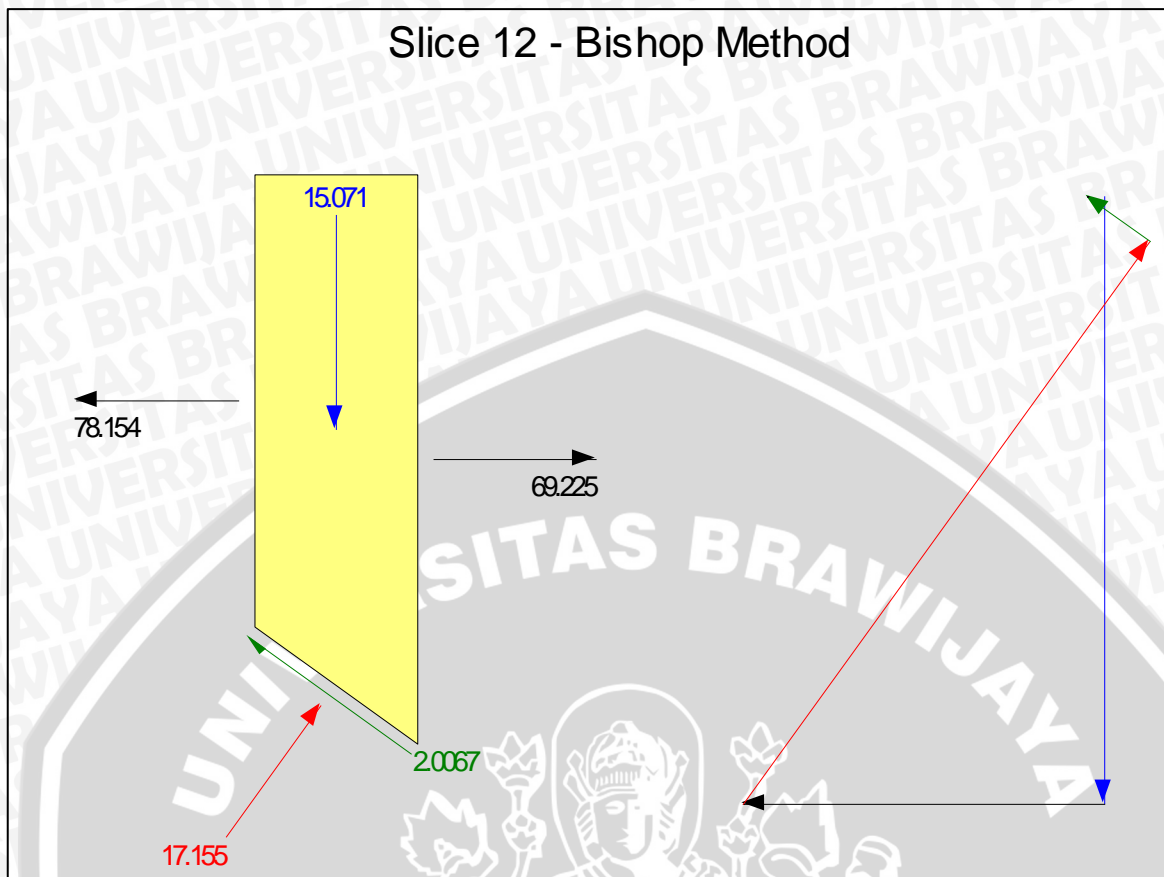
2. Nilai faktor keamanan lereng alternatif 2 (6 *Bore pile*)

Bore pile yang diletakan pada potongan melintang lereng *Cross* BH-06 ; BH-02 tersebut memiliki data teknis sebagai berikut :

- Kedalaman *bore pile* = 15 m
- Diameter dari *bore pile* = 0,25 m
- Jarak antara *bore pile* 1 ke *bore pile* 2 (Melintang) = 1,519 m
- Jarak antara *bore pile* 2 ke *bore pile* 3 (Melintang) = 1,510 m
- Jarak antara *bore pile* 3 ke *bore pile* 4 (Melintang) = 1,483 m
- Jarak antara *bore pile* 4 ke *bore pile* 5 (Melintang) = 2,576 m
- Jarak antara *bore pile* 5 ke *bore pile* 6 (Melintang) = 1,493 m
- Jarak antara *bore pile* satu dengan *bore pile* lainnya (Memanjang) = 1 m

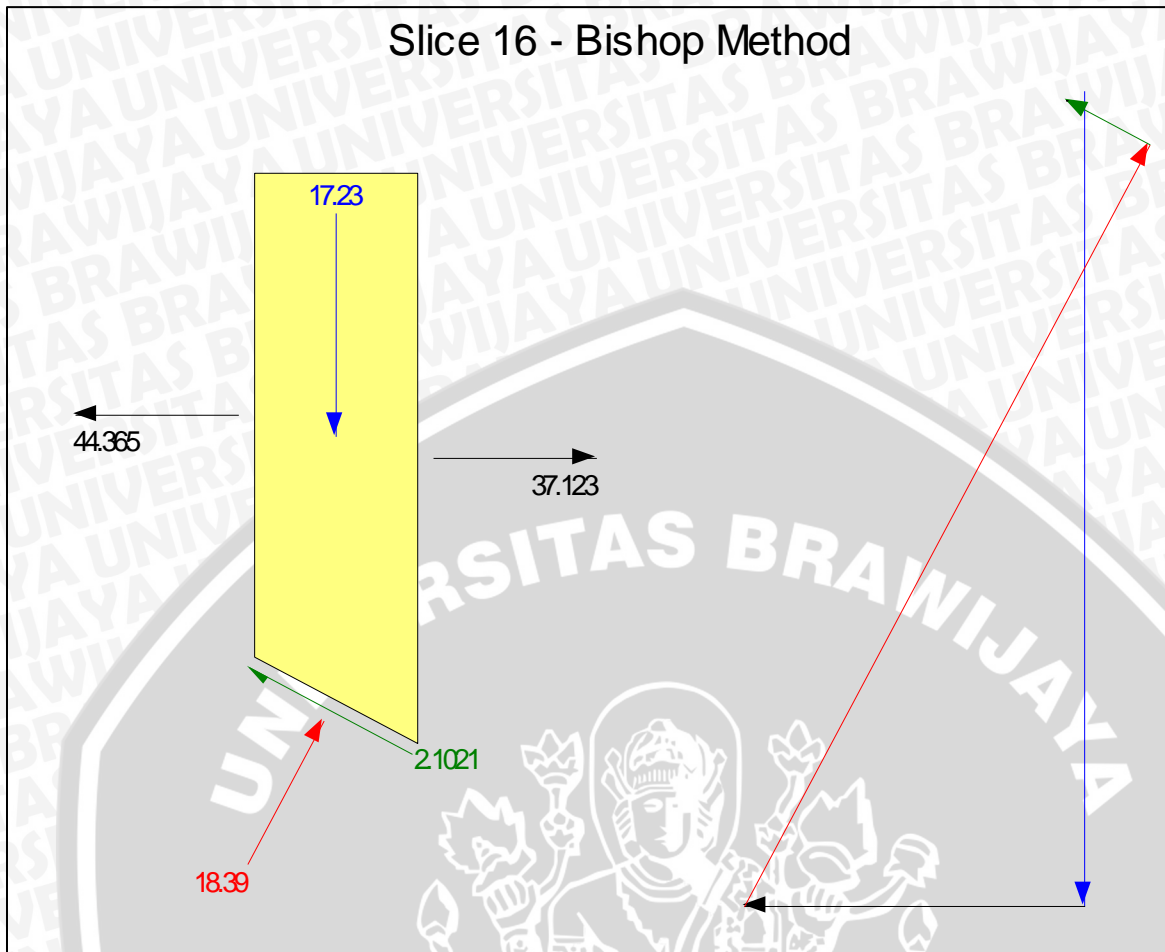
Selain dari data-data teknis di atas maka yang perlu diperhatikan juga adalah nilai inputan *shear force* karena sangat berpengaruh pada nilai faktor keamanan lereng. Apabila semakin kecil inputan nilai *shear force* maka semakin kecil pula nilai faktor keamanan lereng. Nilai inputan *shear force* ditentukan berdasarkan letak dari *bore pile* berada pada *slice* atau irisan dari radius kelongsoran lereng tersebut.

Nilai inputan *shear force* untuk *bore pile* 1, 2, 3, 4, 5, dan *bore pile* 6 pada alternatif 2 (6 *bore pile*) akan ditentukan berdasarkan *slice* atau irisan dari hasil analisis faktor keamanan kondisi musim kemarau (*Cross* BH-06 ; BH-02) lihat Gambar 4.9.



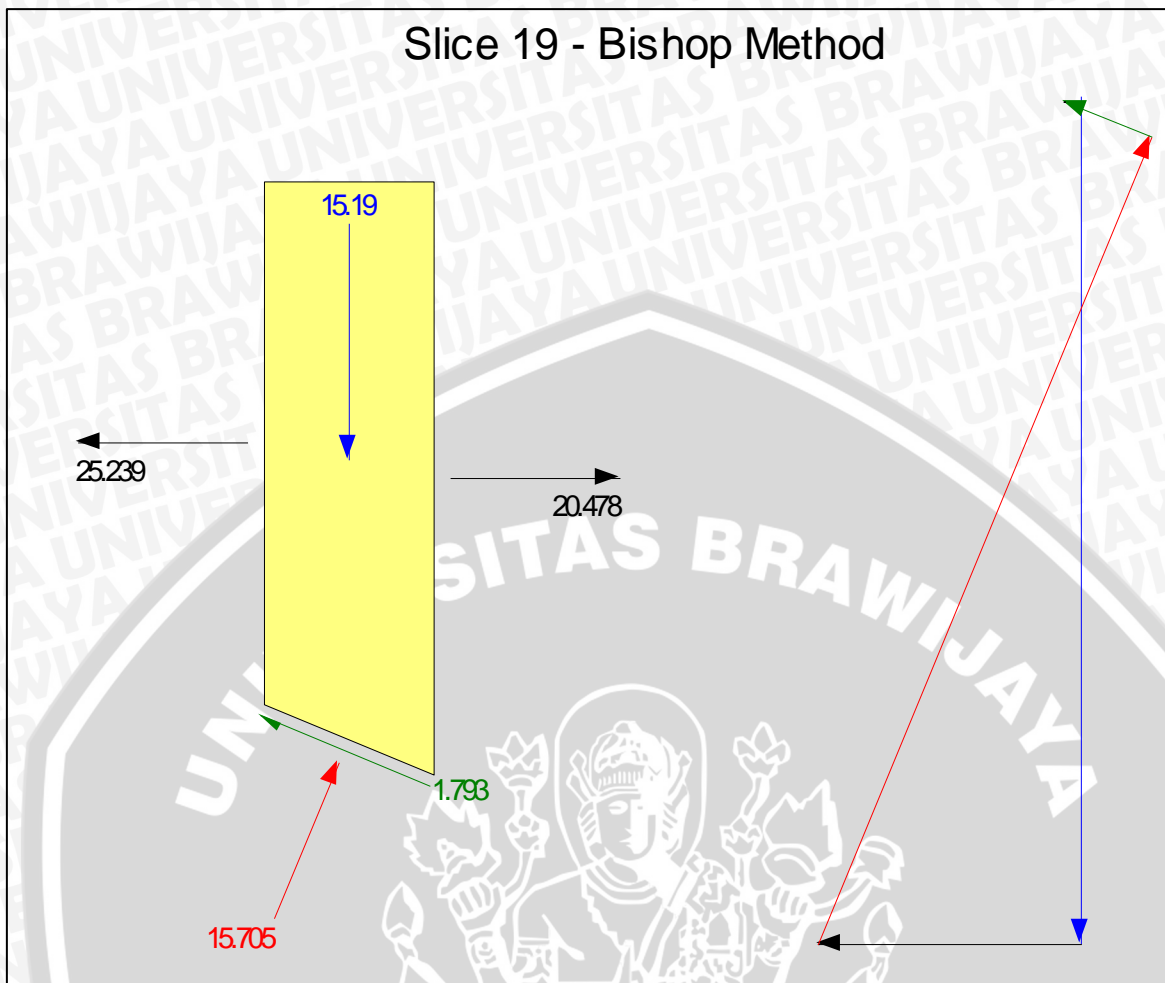
Gambar 4.14. Nilai *Shear Force Bore Pile* 1 pada Cross BH-06 ; BH-02 (Kondisi Musim Kemarau) Alternatif 2 (6 *Bore Pile*)

Berdasarkan Gambar 4.14 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 78,154 kN.



Gambar 4.15. Nilai *Shear Force Bore Pile 2* pada Cross BH-06 ; BH-02 (Kondisi Musim Kemarau) Alternatif 2 (6 *Bore Pile*)

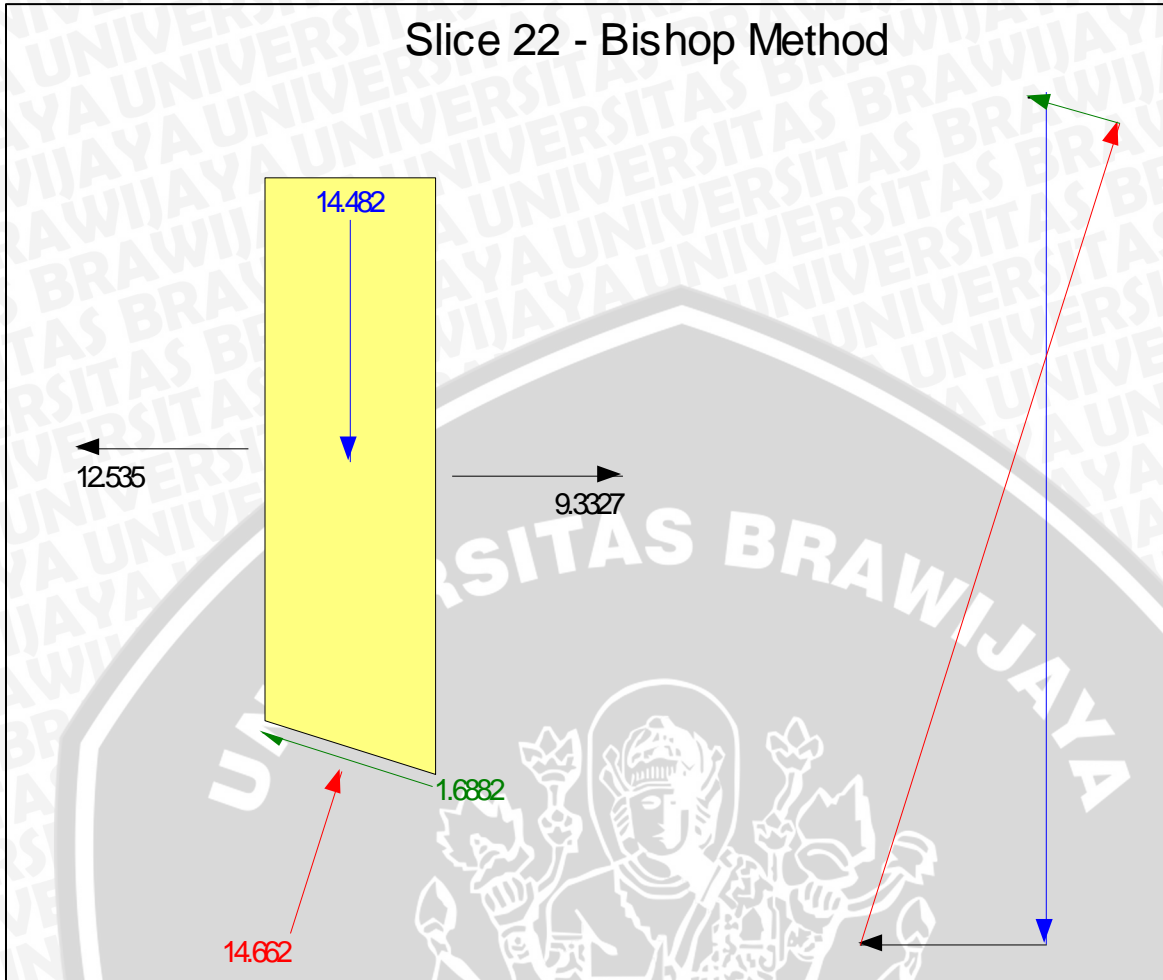
Berdasarkan Gambar 4.15 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 44,365 kN.



Gambar 4.16. Nilai *Shear Force Bore Pile* 3 pada Cross BH-06 ; BH-02 (Kondisi Musim Kemarau) Alternatif 2 (6 *Bore Pile*)

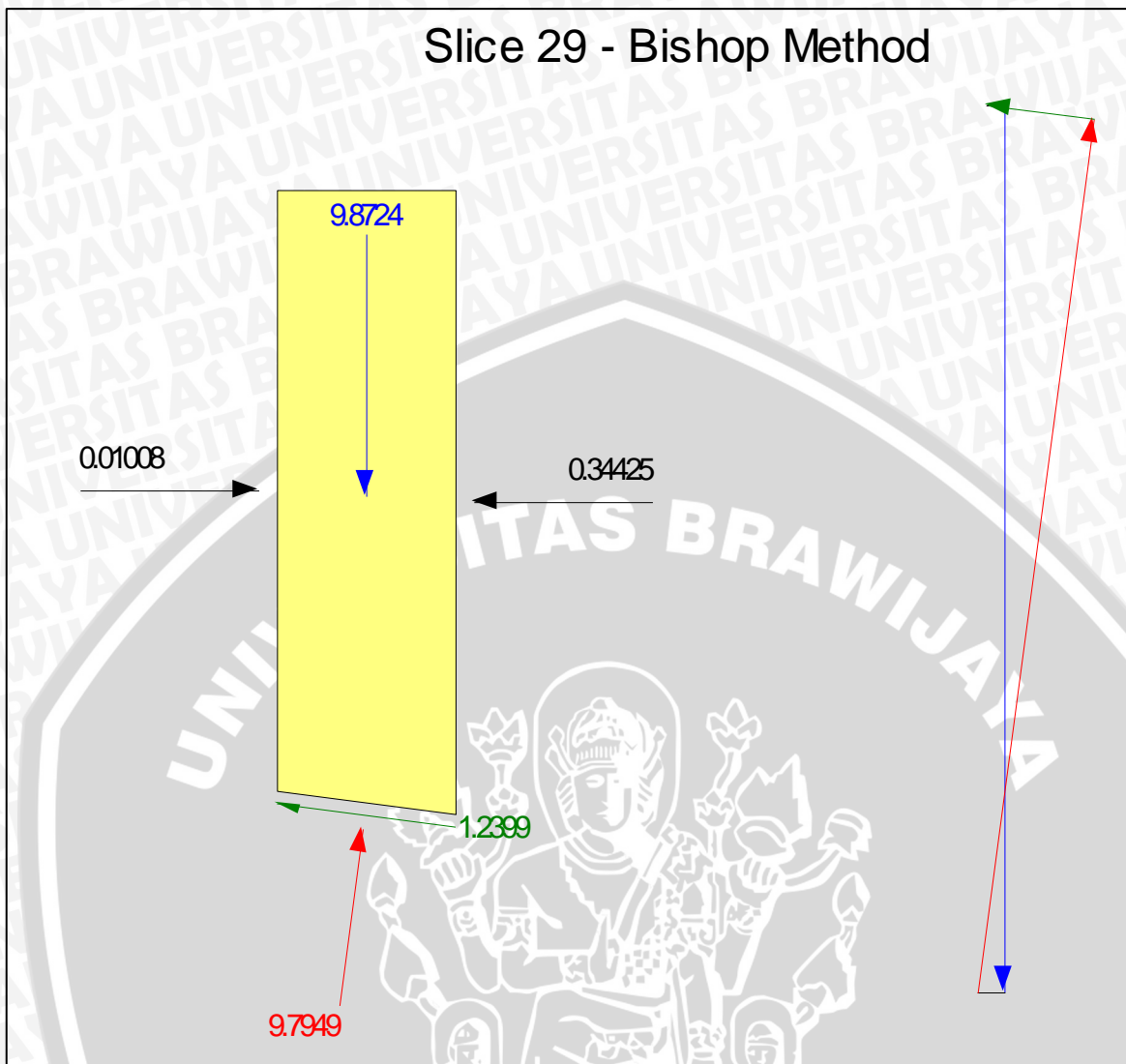
Berdasarkan Gambar 4.16 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 25,239 kN.

Slice 22 - Bishop Method



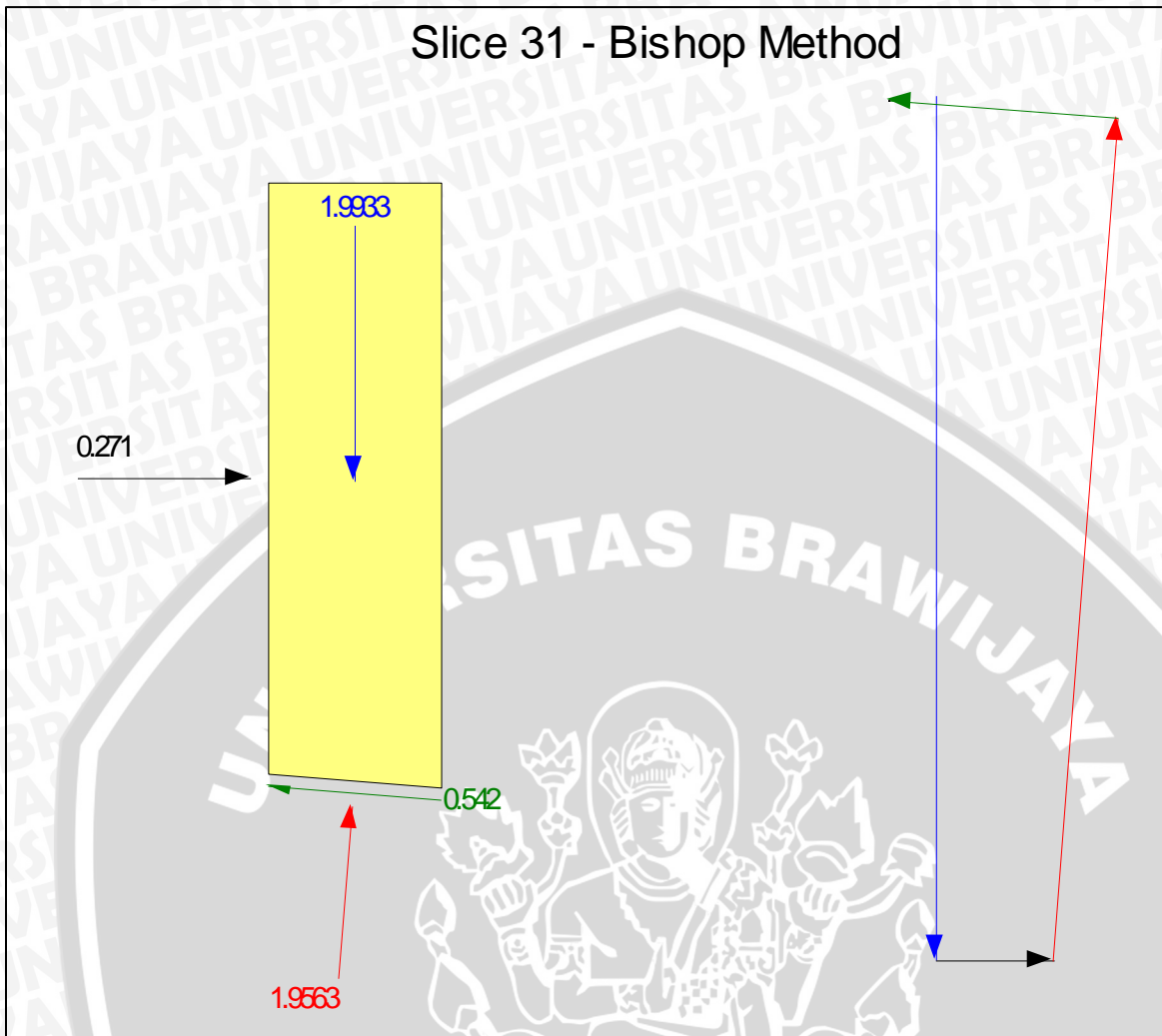
Gambar 4.17. Nilai *Shear Force Bore Pile* 4 pada Cross BH-06 ; BH-02 (Kondisi Musim Kemarau) Alternatif 2 (6 *Bore Pile*)

Berdasarkan Gambar 4.17 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 12,535 kN.



Gambar 4.18. Nilai *Shear Force Bore Pile* 5 pada *Cross* BH-06 ; BH-02 (Kondisi Musim Kemarau) Alternatif 2 (6 *Bore Pile*)

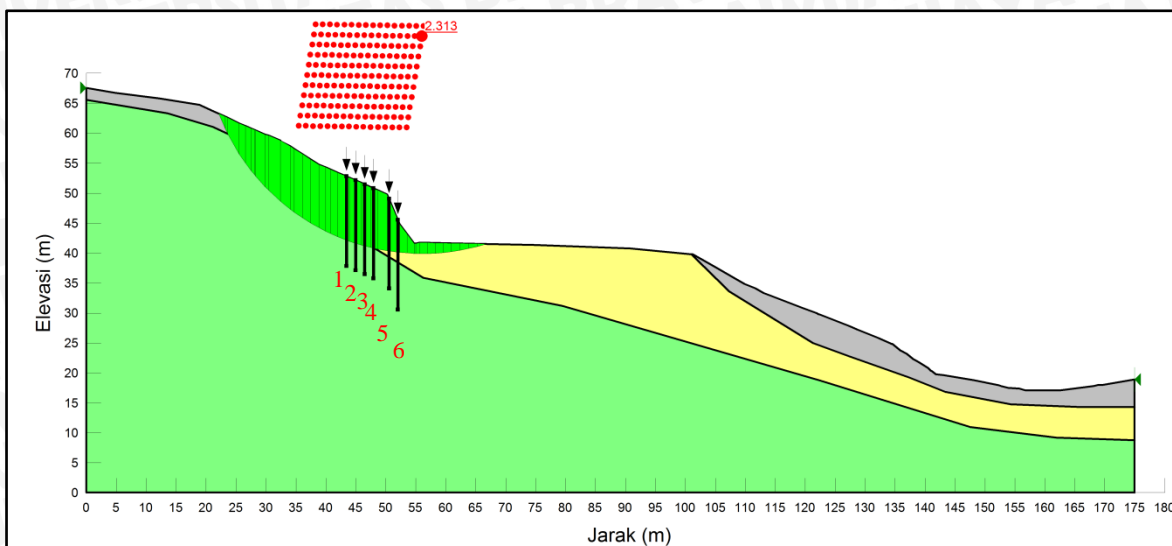
Berdasarkan Gambar 4.18 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 0,01008 kN.



Gambar 4.19. Nilai *Shear Force Bore Pile* 6 pada *Cross* BH-06 ; BH-02 (Kondisi Musim Kemarau) Alternatif 2 (6 *Bore Pile*)

Berdasarkan Gambar 4.19 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 0,271 kN.

Hasil analisis faktor keamanan lereng setelah adanya struktur *bore pile* kondisi musim kemarau menggunakan aplikasi GeoStudio 2007 didapat nilai faktor keamanan lereng tersebut sebesar **2,313** Berdasarkan nilai faktor keamanan yang ada maka disimpulkan bahwa lereng tersebut **aman**. Dapat di lihat hasil analisisnya pada Gambar 4.20.

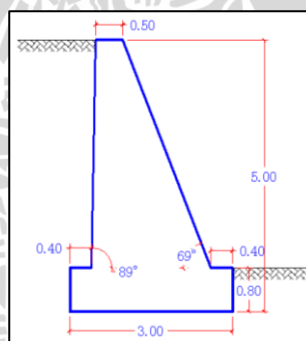


Gambar 4.20. Hasil Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng Cross BH-06 ; BH-02 Alternatif 2 (6 Bore pile) Musim Kemarau.

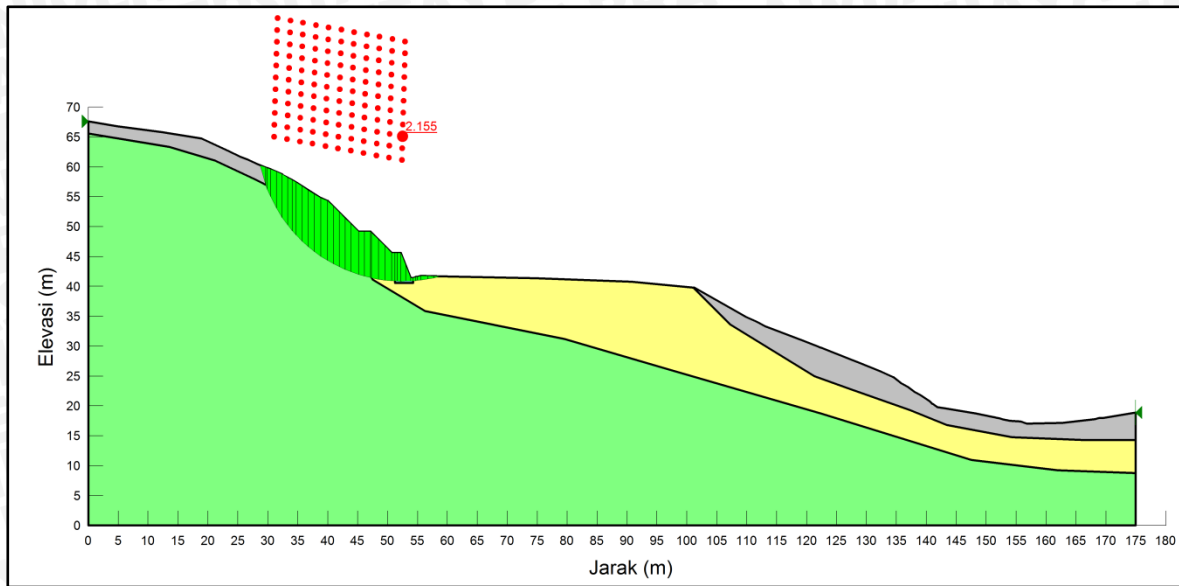
3. Nilai Faktor Keamanan Lereng Alternatif 3 Dinding Penahan Tanah (DPT) Gravitasi

Dinding penahan tanah (DPT) gravitasi yang diletakan pada potongan melintang lereng Cross BH-06 ; BH-02 tersebut memiliki dimensi sebagai berikut :

- Tinggi dinding = 5,0 m
- Lebar puncak dinding = 0,5 m
- Lebar pondasi = 3,0 m
- Dalam pondasi = 0,8 m
- Lebar kaki pondasi = 0,4 m
- Kemiringan dinding depan = 69°
- Kemiringan dinding belakang = 89°



Hasil analisis faktor keamanan lereng sesudah adanya struktur DPT gravitasi kondisi musim kemarau menggunakan aplikasi GeoStudio 2007 didapat nilai faktor keamanan lereng tersebut sebesar **2,155**. Berdasarkan nilai faktor keamanan yang ada maka disimpulkan bahwa lereng tersebut **aman**. Dapat di lihat hasil analisisnya pada Gambar 4.21.

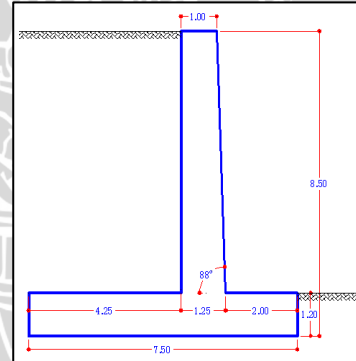


Gambar 4.21. Hasil Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng *Cross* BH-06 ; BH-02 Alternatif 3 (DPT Gravitasi) Musim Kemarau.

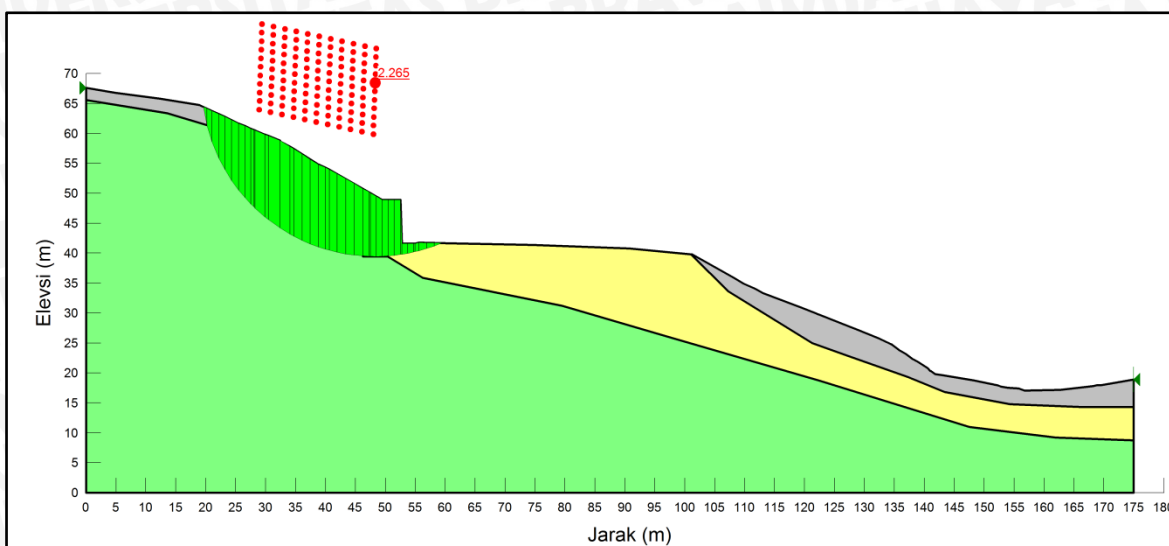
4. Nilai Faktor Keamanan Lereng Alternatif 4 Dinding Penahan Tanah (DPT) Kantilever

Dinding penahan tanah (DPT) kantilever yang diletakan pada potongan melintang lereng *Cross* BH-06 ; BH-02 tersebut memiliki dimensi sebagai berikut :

- Tinggi dinding = 8,5 m
- Lebar puncak dinding = 1,0 m
- Lebar pondasi = 7,5 m
- Dalam pondasi = 1,2 m
- Lebar kaki pondasi = 0,2 m
- Kemiringan dinding depan = 88°
- Kemiringan dinding belakang = 90°



Hasil analisis faktor keamanan lereng setelah adanya struktur DPT kantilever kondisi musim kemarau menggunakan aplikasi GeoStudio 2007 didapat nilai faktor keamanan lereng tersebut sebesar **2,265**. Berdasarkan nilai faktor keamanan yang ada maka disimpulkan bahwa lereng tersebut **aman**. Dapat di lihat hasil analisisnya pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22. Hasil Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng *Cross* BH-06 ; BH-02 Alternatif 4 (DPT Kantilever) Musim Kemarau.

4.3.2.2. Analisis Faktor Keamanan Lereng Setelah Adanya Alternatif Pengamanan Lereng Kondisi Musim Hujan

Analisis faktor keamanan lereng setelah adanya alternatif pengamanan lereng pada kondisi musim hujan terdapat 4 (empat) alternatif yaitu sebagai berikut :

1. Nilai faktor keamanan lereng alternatif 1 (2 *Bore pile*)

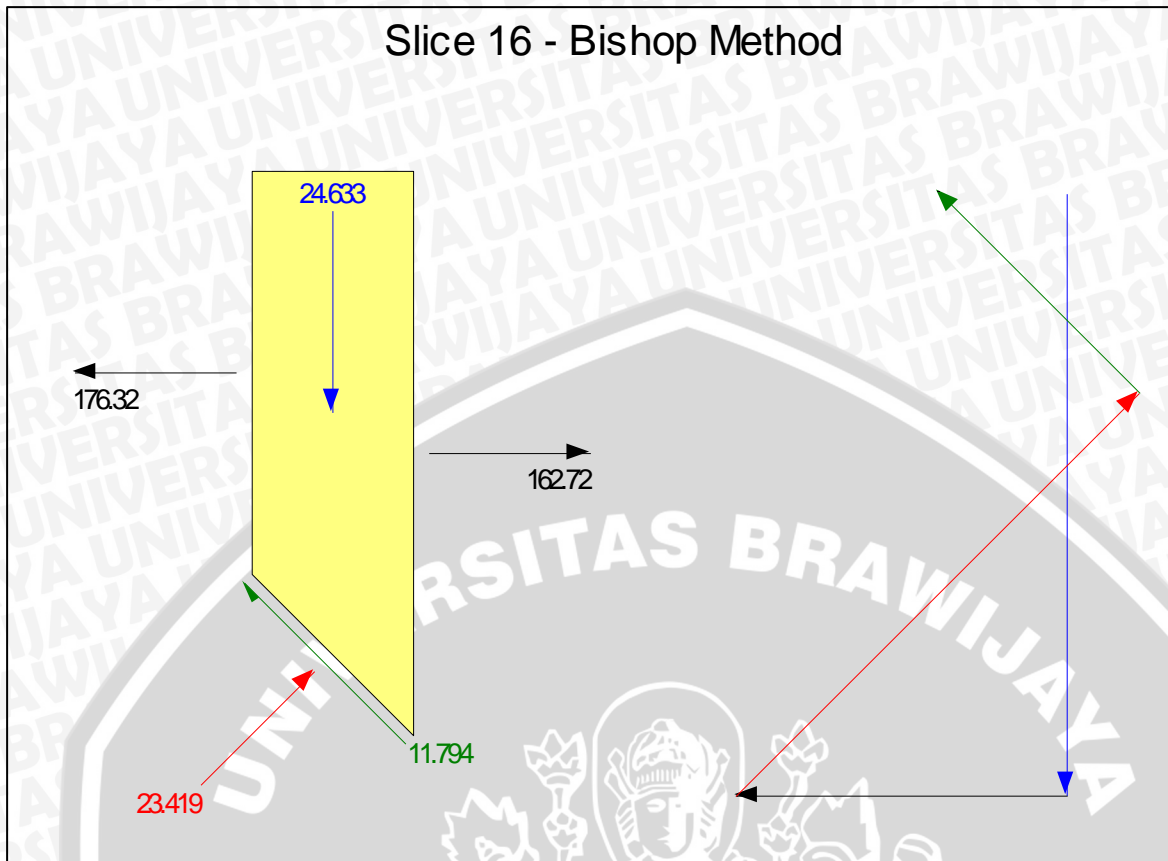
Bore pile yang diletakan pada potongan melintang lereng *Cross* BH-06 ; BH-02 tersebut memiliki data teknis sebagai berikut :

- Kedalaman *bore pile* = 15 m
- Diameter dari *bore pile* = 0,25 m
- Jarak antara *bore pile* 1 ke *bore pile* 2 (Melintang) = 4,199 m
- Jarak antara *bore pile* satu dengan *bore pile* lainnya (Memanjang) = 1 m

Selain dari data-data teknis di atas maka yang perlu diperhatikan juga adalah nilai inputan *shear force* karena sangat berpengaruh pada nilai faktor keamanan lereng. Apabila semakin kecil inputan nilai *shear force* maka semakin kecil pula nilai faktor keamanan lereng. Nilai inputan *shear force* ditentukan berdasarkan letak dari *bore pile* berada pada *slice* atau irisan dari radius kelongsoran lereng tersebut.

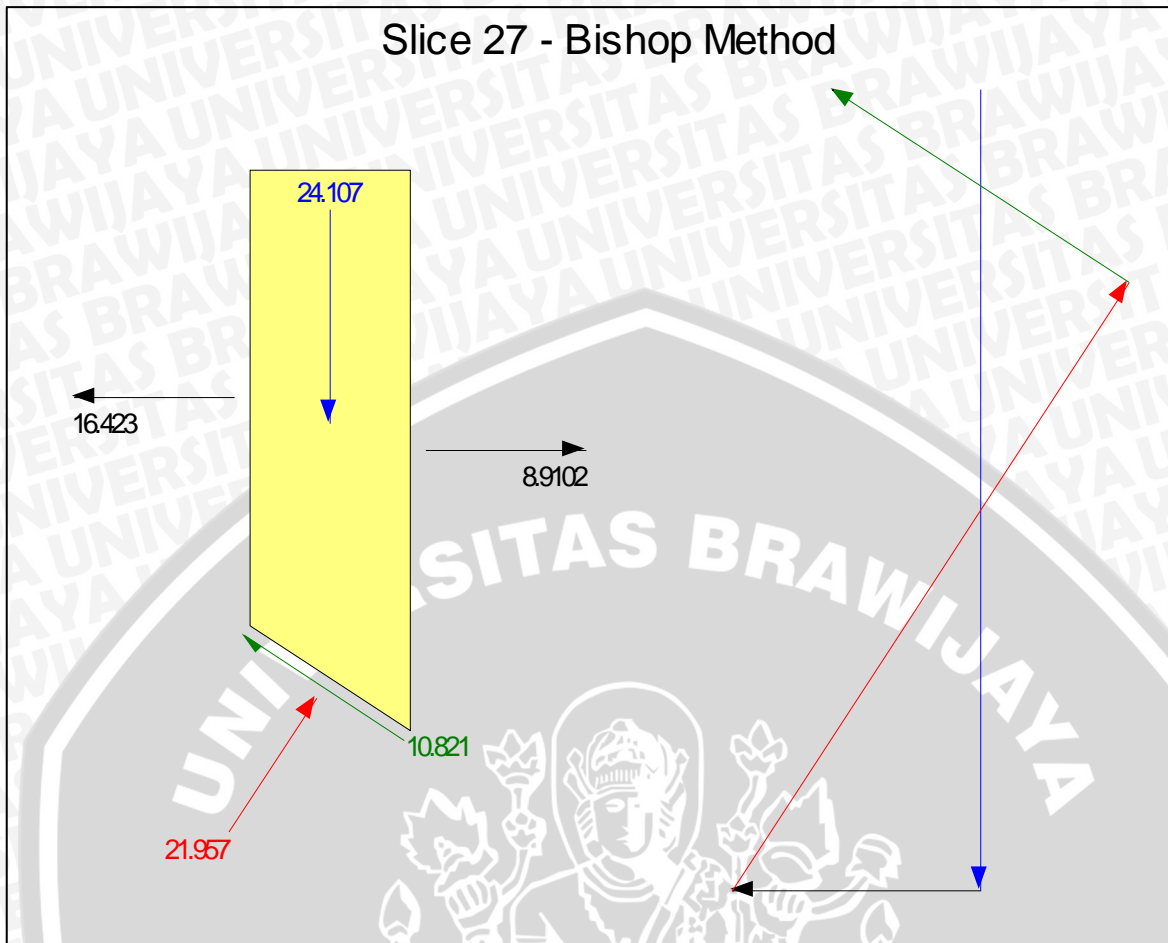
Nilai inputan *shear force* untuk *bore pile* 1 dan 2 pada alternatif 1 (2 *bore pile*) akan ditentukan berdasarkan *slice* atau irisan dari hasil analisis faktor keamanan kondisi musim hujan (*Cross* BH-06 ; BH-02) lihat Gambar 4.10.

Slice 16 - Bishop Method



Gambar 4.23. Nilai *Shear Force Bore Pile* 1 pada *Cross* BH-06 ; BH-02 (Kondisi Musim Hujan) Alternatif 1 (2 *Bore Pile*)

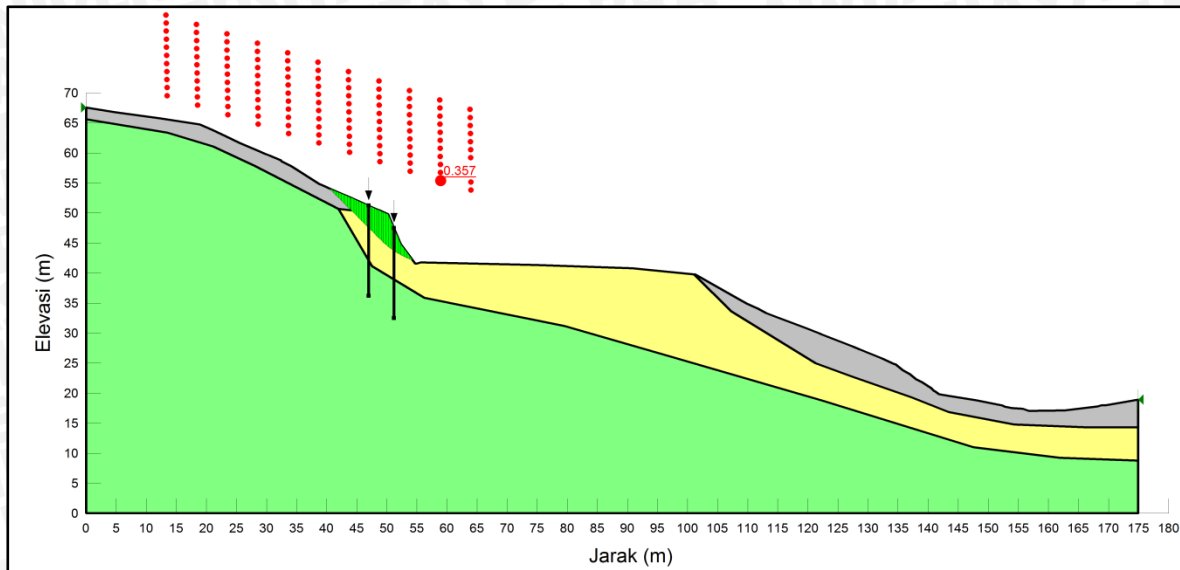
Berdasarkan Gambar 4.23 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 176,32 kN.



Gambar 4.24. Nilai *Shear Force Bore Pile* 2 pada *Cross BH-06 ; BH-02* (Kondisi Musim Hujan) Alternatif 1 (2 *Bore Pile*)

Berdasarkan Gambar 4.24 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 16,423 kN.

Hasil analisis faktor keamanan lereng setelah adanya struktur *bore pile* kondisi musim hujan menggunakan aplikasi GeoStudio 2007 didapat nilai faktor keamanan lereng tersebut sebesar **0,357**. Berdasarkan nilai faktor keamanan yang ada maka disimpulkan bahwa lereng tersebut **tidak aman**. Dapat di lihat hasil analisisnya pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25. Hasil Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng *Cross* BH-06 ; BH-02 Alternatif 1 (2 *Bore pile*) Musim Hujan.

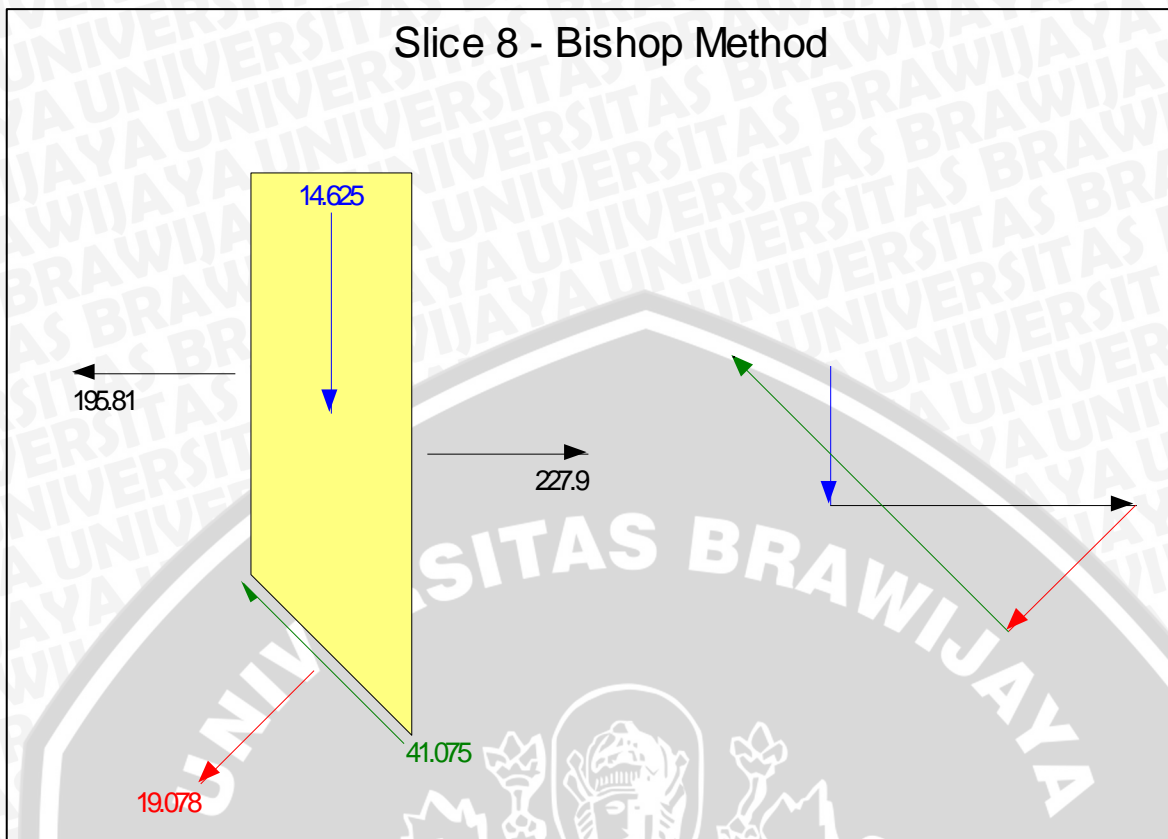
2. Nilai faktor keamanan lereng alternatif 2 (6 *Bore pile*)

Bore pile yang diletakan pada potongan melintang lereng *Cross* BH-06 ; BH-02 tersebut memiliki data teknis sebagai berikut :

- Kedalaman *bore pile* = 15 m
- Diameter dari *bore pile* = 0,25 m
- Jarak antara *bore pile* 1 ke *bore pile* 2 (Melintang) = 1,519 m
- Jarak antara *bore pile* 2 ke *bore pile* 3 (Melintang) = 1,510 m
- Jarak antara *bore pile* 3 ke *bore pile* 4 (Melintang) = 1,483 m
- Jarak antara *bore pile* 4 ke *bore pile* 5 (Melintang) = 2,576 m
- Jarak antara *bore pile* 5 ke *bore pile* 6 (Melintang) = 1,493 m
- Jarak antara *bore pile* satu dengan *bore pile* lainnya (Memanjang) = 1 m

Selain dari data-data teknis di atas maka yang perlu diperhatikan juga adalah nilai inputan *shear force* karena sangat berpengaruh pada nilai faktor keamanan lereng. Apabila semakin kecil inputan nilai *shear force* maka semakin kecil pula nilai faktor keamanan lereng. Nilai inputan *shear force* ditentukan berdasarkan letak dari *bore pile* berada pada *slice* atau irisan dari radius kelongsoran lereng tersebut.

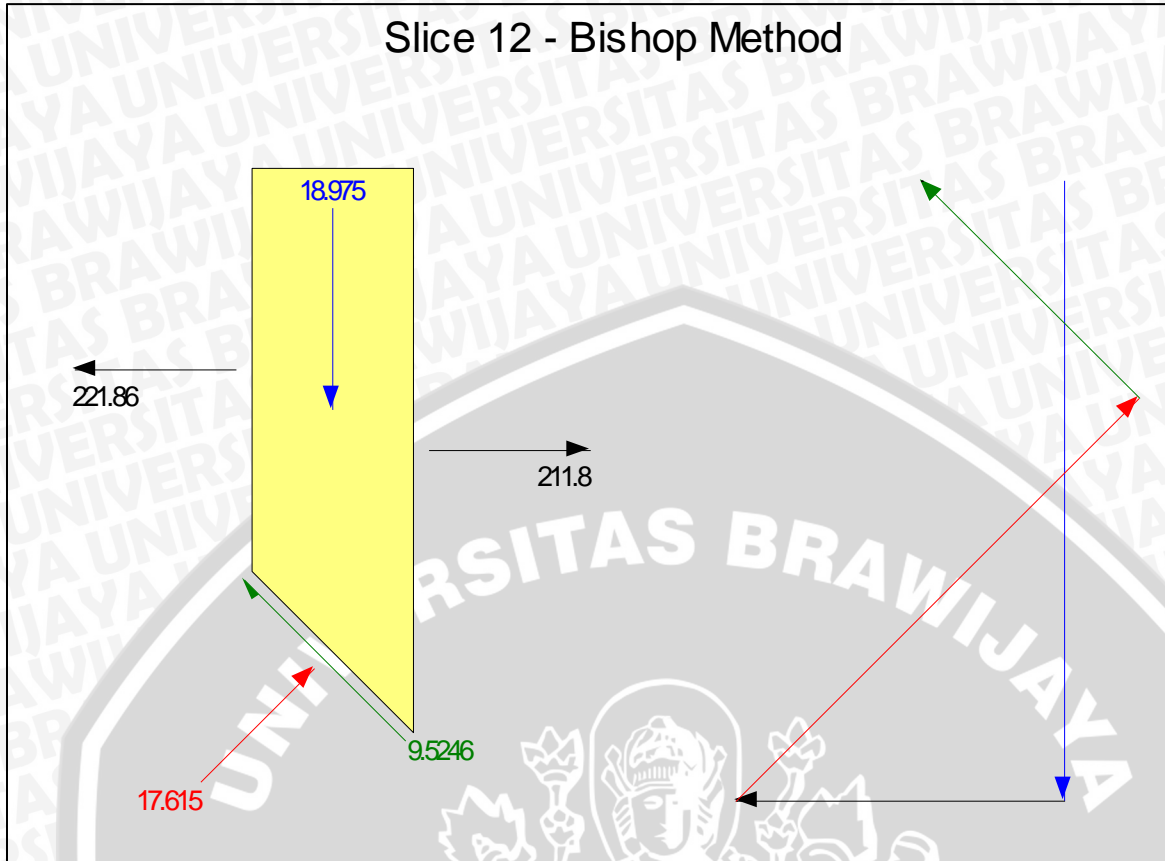
Nilai inputan *shear force* untuk *bore pile* 1, 2, 3, 4, 5, dan *bore pile* 6 pada alternatif 2 (6 *bore pile*) akan ditentukan berdasarkan *slice* atau irisan dari hasil analisis faktor keamanan kondisi musim hujan (*Cross* BH-06 ; BH-02) lihat Gambar 4.10.



Gambar 4.26. Nilai *Shear Force Bore Pile* 1 pada *Cross* BH-06 ; BH-02 (Kondisi Musim Hujan) Alternatif 2 (6 *Bore Pile*)

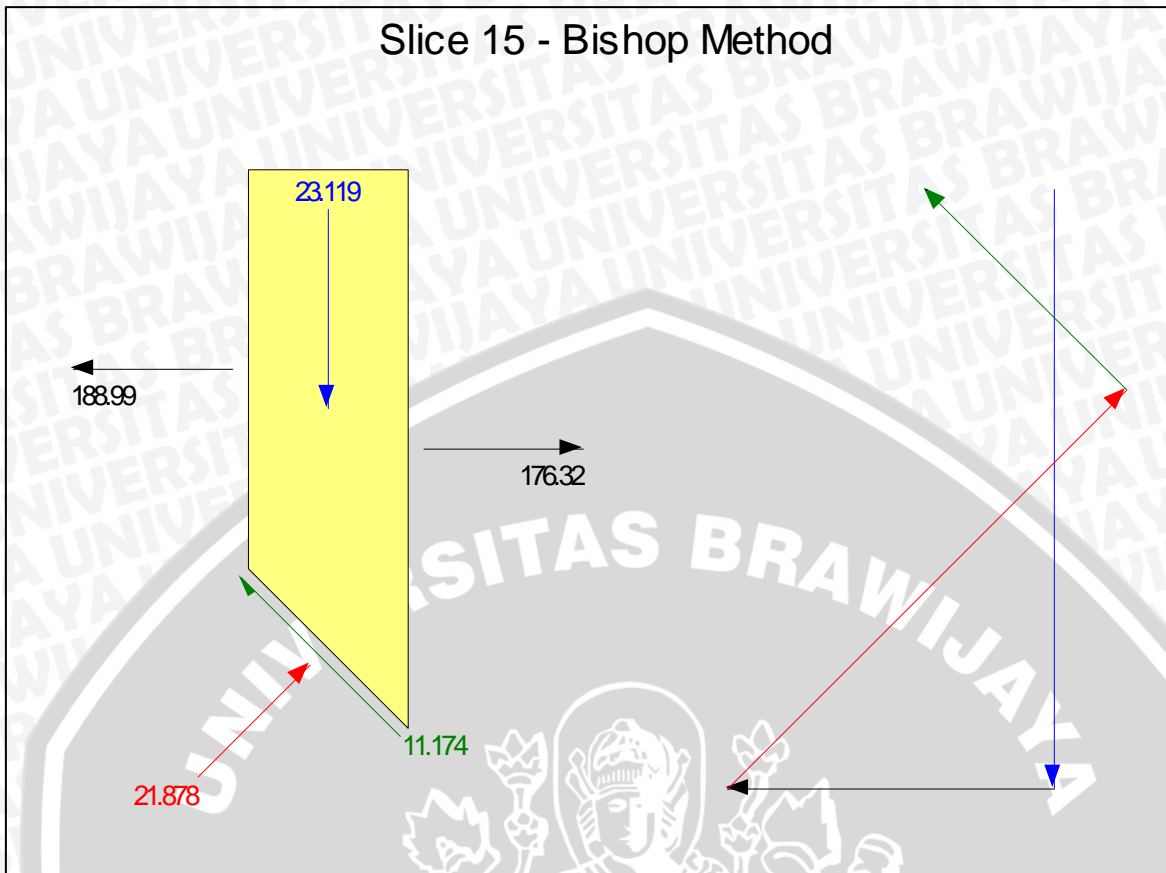
Berdasarkan Gambar 4.26 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 195,81 kN.

Slice 12 - Bishop Method



Gambar 4.27. Nilai *Shear Force Bore Pile 2* pada Cross BH-06 ; BH-02 (Kondisi Musim Hujan) Alternatif 2 (6 *Bore Pile*)

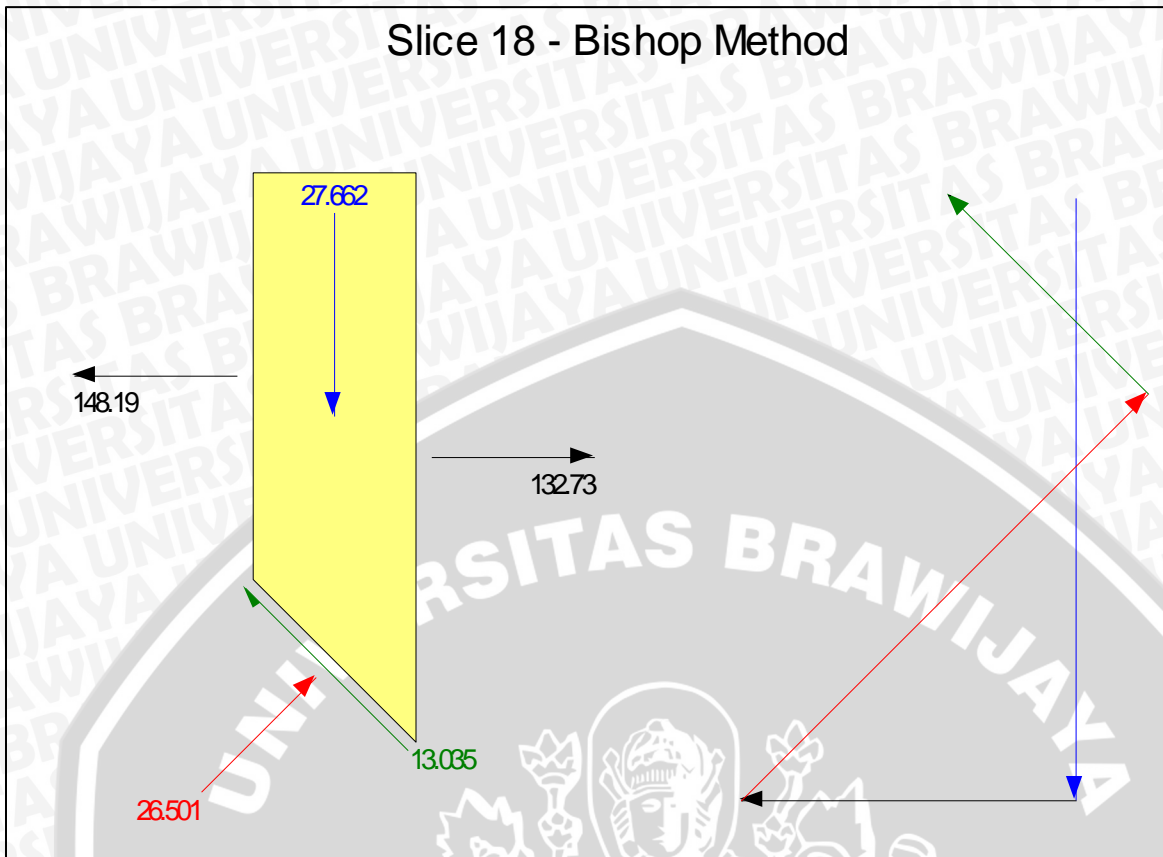
Berdasarkan Gambar 4.27 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 221,86 kN.



Gambar 4.28. Nilai *Shear Force Bore Pile* 3 pada *Cross* BH-06 ; BH-02 (Kondisi Musim Hujan) Alternatif 2 (6 *Bore Pile*)

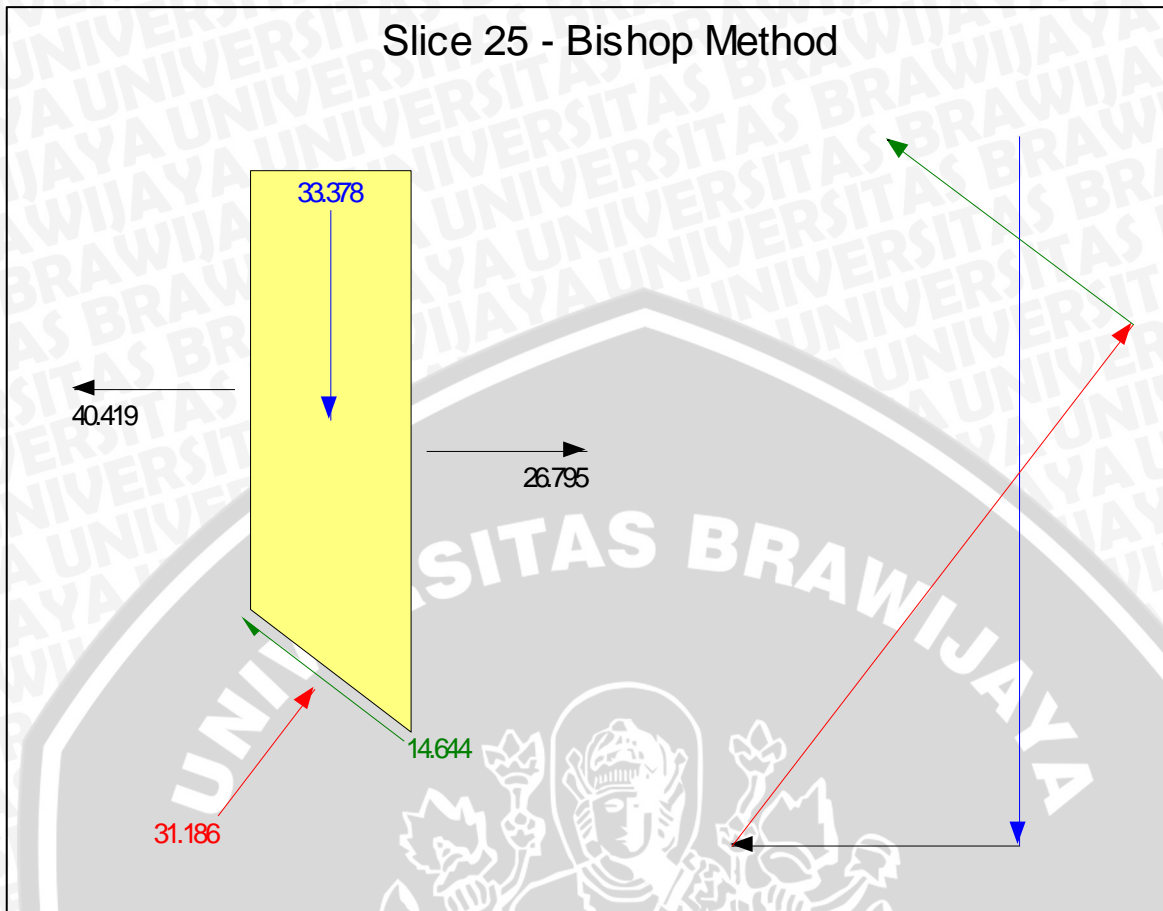
Berdasarkan Gambar 4.28 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 188,99 kN.

Slice 18 - Bishop Method



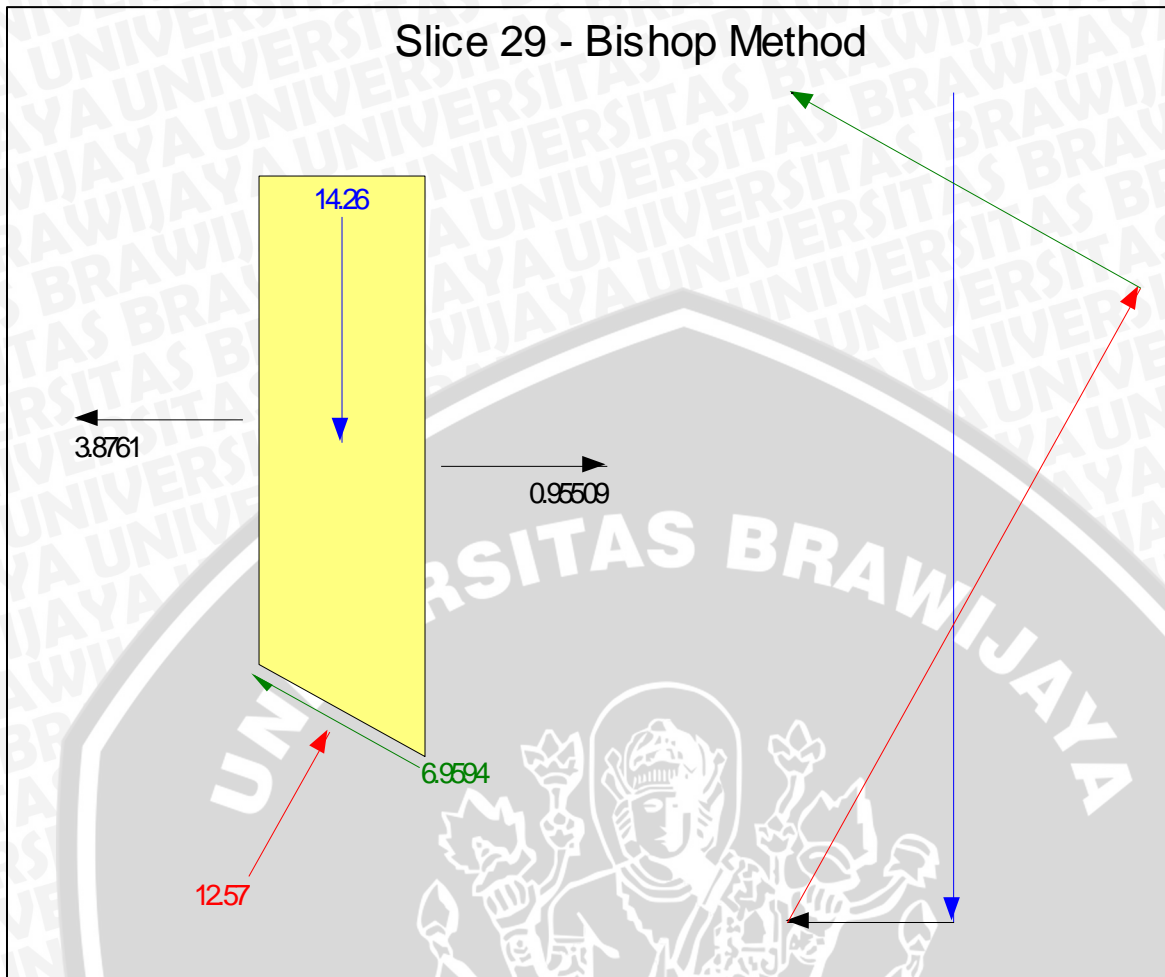
Gambar 4.29. Nilai *Shear Force Bore Pile* 4 pada Cross BH-06 ; BH-02 (Kondisi Musim Hujan) Alternatif 2 (6 *Bore Pile*)

Berdasarkan Gambar 4.29 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 148,19 kN.



Gambar 4.30. Nilai *Shear Force Bore Pile* 5 pada *Cross BH-06 ; BH-02* (Kondisi Musim Hujan) Alternatif 2 (6 *Bore Pile*)

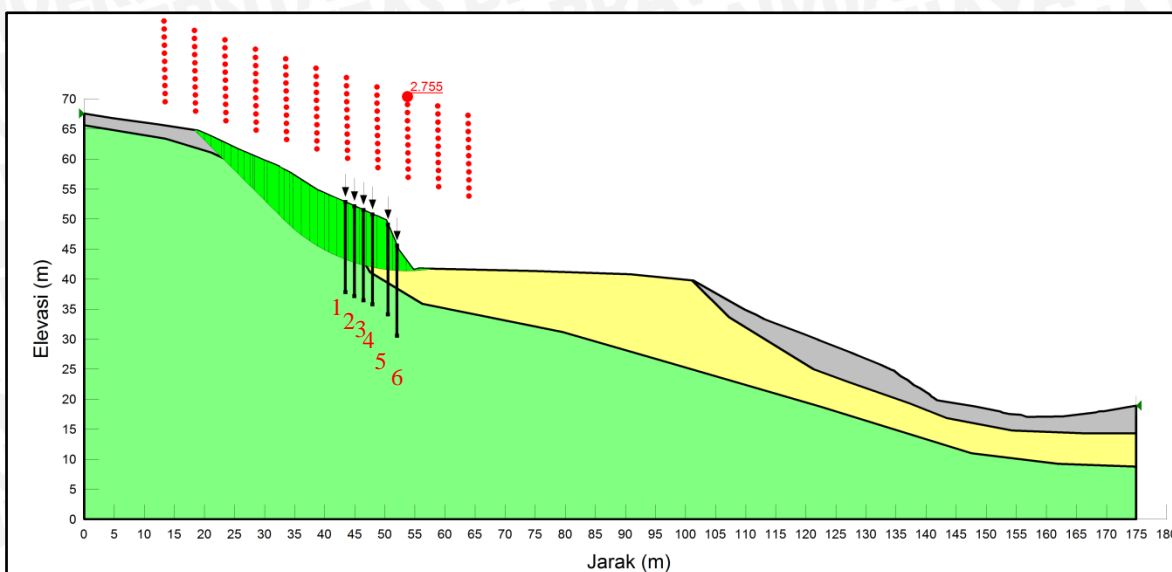
Berdasarkan Gambar 4.30 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 40,419 kN.



Gambar 4.31. Nilai *Shear Force Bore Pile* 6 pada Cross BH-06 ; BH-02 (Kondisi Musim Hujan) Alternatif 2 (6 *Bore Pile*)

Berdasarkan Gambar 4.31 maka kita dapat menentukan nilai inputan *shear force* adalah sebesar 3,8761 kN.

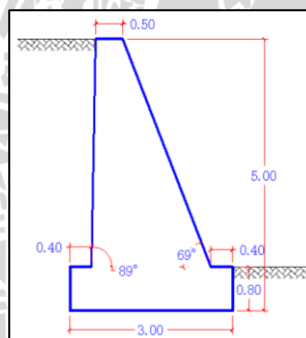
Hasil analisis faktor keamanan lereng sesudah adanya bangunan *bore pile* kondisi musim hujan menggunakan aplikasi GeoStudio 2007 didapat nilai faktor keamanan lereng tersebut sebesar **2,755**. Berdasarkan nilai faktor keamanan yang ada maka disimpulkan bahwa lereng tersebut **aman**. Dapat di lihat hasil analisisnya pada Gambar 4.32.



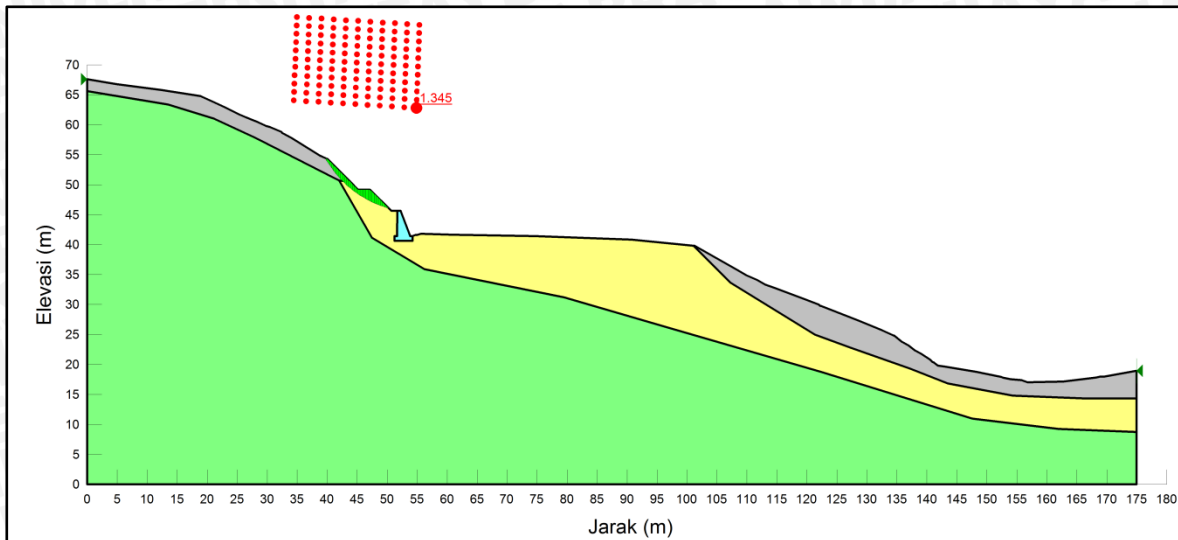
Gambar 4.32. Hasil Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng *Cross* BH-06 ; BH-02 Alternatif 2 (6 *Bore pile*) Musim Hujan.

3. Nilai Faktor Keamanan Lereng Alternatif 3 Dinding Penahan Tanah (DPT) Gravitasi
Dinding penahan tanah (DPT) gravitasi yang diletakkan pada potongan melintang lereng *Cross* BH-06 ; BH-02 tersebut memiliki dimensi sebagai berikut :

- Tinggi dinding = 5,0 m
- Lebar puncak dinding = 0,5 m
- Lebar pondasi = 3,0 m
- Dalam pondasi = 0,8 m
- Lebar kaki pondasi = 0,4 m
- Kemiringan dinding depan = 69°
- Kemiringan dinding belakang = 89°



Hasil analisis faktor keamanan lereng setelah adanya struktur DPT gravitasi kondisi musim hujan menggunakan aplikasi GeoStudio 2007 didapat nilai faktor keamanan lereng tersebut sebesar **1,345**. Berdasarkan nilai faktor keamanan yang ada maka disimpulkan bahwa lereng tersebut **tidak aman**. Dapat di lihat hasil analisisnya pada Gambar 4.33.

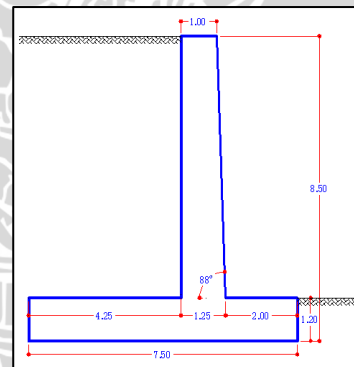


Gambar 4.33. Hasil Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng *Cross* BH-06 ; BH-02 Alternatif 3 (DPT Gravitasi) Musim Hujan.

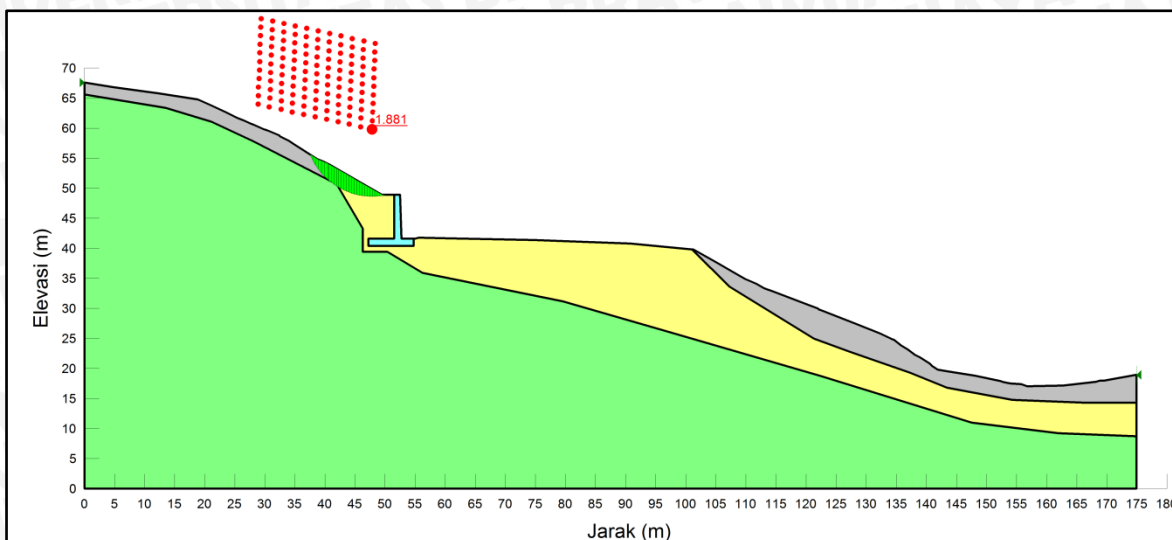
4. Nilai faktor keamanan lereng alternatif 4 (DPT) Kantilever

Dinding penahan tanah (DPT) kantilever yang diletakan pada potongan melintang lereng *Cross* BH-06 ; BH-02 tersebut memiliki dimensi sebagai berikut :

- Tinggi dinding = 8,5 m
- Lebar puncak dinding = 1,0 m
- Lebar pondasi = 7,5 m
- Dalam pondasi = 1,2 m
- Lebar kaki pondasi = 0,2 m
- Kemiringan dinding depan = 88°
- Kemiringan dinding belakang = 90°



Hasil analisis faktor keamanan lereng setelah adanya struktur DPT kantilever kondisi musim hujan menggunakan aplikasi GeoStudio 2007 didapat nilai faktor keamanan lereng tersebut sebesar **1,881**. Berdasarkan nilai faktor keamanan yang ada maka disimpulkan bahwa lereng tersebut **aman**. Dapat di lihat hasil analisisnya pada Gambar 4.34.



Gambar 4.34. Hasil Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng *Cross* BH-06 ; BH-02 Alternatif 4 (DPT Kantilever) Musim Hujan.

Semua hasil analisis lereng *cross* BH-06 ; BH-02 untuk 4 alternatif pengamanan lereng pada kondisi musim hujan dan musim kemarau akan ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Rekapitulasi Nilai Faktor Keamanan dengan Alternatif-alternatif Pengamanan Lereng

	Nilai Faktor Keamanan (FS)		Keterangan Kondisi Lereng	
	Musim Kemarau	Musim Hujan	Musim Kemarau	Musim Hujan
Alternatif 1 (2 <i>Bore Pile</i>)	1,146	0,357	Tidak Aman	Tidak Aman
Alternatif 2 (6 <i>Bore Pile</i>)	2,313	2,755	Aman	Aman
Alternatif 3 (DPT) Gravitasi	2,155	1,345	Aman	Tidak Aman
Alternatif 4 (DPT) Kantilever	2,265	1,881	Aman	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil analisis stabilitas lereng pada *cross* BH-06 ; BH-02 menggunakan aplikasi goestudio 2007 untuk musim kemarau dan musim hujan, alternatif yang terpilih adalah alternatif 2 dan alternatif 4. Struktur yang direncanakan dalam perhitungan selanjutnya adalah struktur *Bore Pile* dan Dinding Penahan Tanah (DPT) Kantilever.

4.4. Perencanaan Bangunan

Berdasarkan kesimpulan dari hasil analisis lereng pada *cross* BH-06 ; BH-02 dengan menggunakan aplikasi geostudio 2007, struktur yang akan direncanakan adalah :

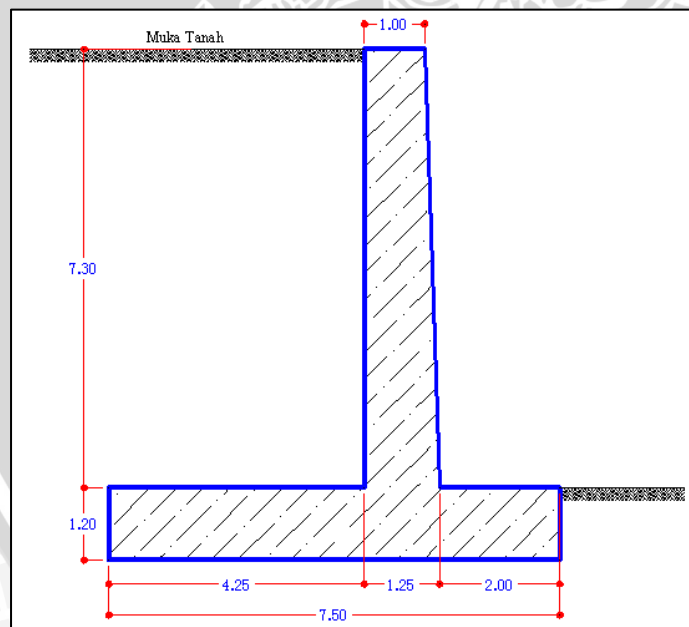
1. Dinding Penahan Tanah (DPT) Kantilever
2. *Bore Pile*

4.4.1. Dinding Penahan Tanah (DPT) Kantilever

Dinding penahan tanah yang akan pakai pada lereng *cross* BH-06 ; BH-02 adalah dinding penahan tanah kantilever dengan panjang dinding 50 m sesuai dengan identifikasi lokasi kelongsoran. Letak dari dinding penahan tanah kantilever berada pada lapisan tanah BH-02 dengan kedalaman 3,5 sampai 4,0 m dari BH-02. Langkah-langkah yang akan dilakukan untuk melakukan perhitungan dinding penahan tanah kantilever adalah :

1. Menentukan dimensi dari bangunan dinding penahan tanah kantilever

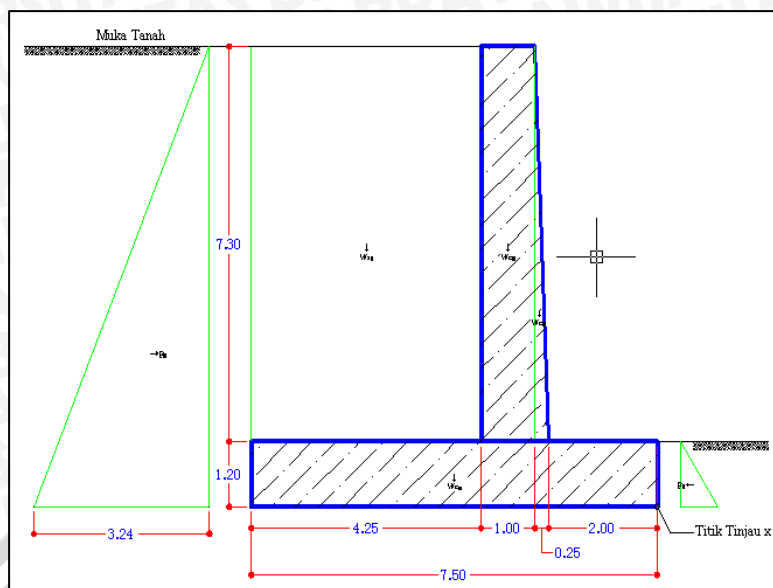
Penentuan dimensi dari dinding penahan tanah kantilever dilakukan dengan coba-coba dengan menggunakan panduan dari buku Teknik Pondasi 1 (Hardiyatmo, 2006:404). Hasil dari rencana dimensi dinding penahan tanah kantilever dapat dilihat pada Gambar 4.35.



Gambar 4.35. Dimensi Dinding Penahan Tanah Kantilever

2. Menghitung gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah kantilever

Perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah kantilever dilakukan pada kondisi musim hujan. Diagram gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah kantilever akan ditunjukkan pada Gambar 4.36.



Gambar 4.36. Diagram Gaya-gaya pada Dinding Penahan Tanah Kantilever

Data-data untuk perhitungan gaya-gaya pada dinding penahan tanah kantilever (lapisan tanah pada BH-02 dengan kedalaman 3,5 sampai 4,0 m dari BH-02) adalah :

- γ dinding kantilever : $2,4 \text{ t/m}^3$
- γ_{sat} (berat volume tanah jenuh air) : $1,577 \text{ t/m}^3$
- γ_w (berat volume air) : $0,981 \text{ t/m}^3$
- γ' (berat volume tanah terendam air) : $\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w = 0,596 \text{ t/m}^3$
- ϕ (sudut gesek dalam tanah) : $5,26^\circ$
- δ (sudut gesek antara dinding dan tanah) : 0°
- α (sudut kemiringan dinding penahan) : 90°
- β (sudut kemiringan permukaan tanah urug) : 0°
- H_1 (tinggi tanah belakang dinding) : $7,3 \text{ m}$
- H_2 (tinggi tanah depan dinding) : $1,2 \text{ m}$

Perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah kantilever tersebut meliputi :

a. Berat dinding penahan tanah kantilever (untuk W_{c1}) :

- Perhitungan gaya

$$\begin{aligned} W_{c1} &= \text{Luas} \times 1 \text{ meter panjang} \times \gamma \text{ dinding} \\ &= (0,25 \times 7,3 \times 0,5) \times 1 \times 2,4 \\ &= 2,190 \text{ ton (gaya vertikal)} \end{aligned}$$

- Penentuan lengan momen

Lengan momen diperoleh dari jarak antara titik tinjau x ke titik berat gaya W_{c1} , maka diperoleh jarak 2,170 m.

- Perhitungan momen

$$\begin{aligned} M &= \text{Gaya} \times \text{Lengan momen} \\ &= 2,190 \times 2,170 \\ &= 4,752 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

- b. Perhitungan berat tanah (untuk W_{s1}) :

$$\begin{aligned} W_{s1} &= \text{Luas} \times 1 \text{ meter panjang} \times \gamma' \\ &= (4,25 \times 7,3 \times 1) \times 1 \times 0,596 \\ &= 18,495 \text{ ton (gaya vertikal)} \end{aligned}$$

- Penentuan lengan momen

Lengan momen diperoleh dari jarak antara titik tinjau x ke titik berat gaya W_{c1} , maka diperoleh jarak 5,380 m.

- Perhitungan momen

$$\begin{aligned} M &= \text{Gaya} \times \text{Lengan momen} \\ &= 18,495 \times 5,380 \\ &= 99,505 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

- c. Perhitungan tekanan tanah aktif pada dinding kantilever (untuk P_a) :

- Perhitungan gaya

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left(1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\varphi - \delta) \sin(\varphi + \beta)} \right)^2}$$

$$K_a = \frac{\sin^2(90 + 5,26)}{\sin^2 90 \sin(90 - 0) \left(1 + \frac{\sin(5,26 + 0) \sin(5,26 - 0)}{\sin(5,26 - 0) \sin(5,26 + 0)} \right)^2}$$

$$K_a = 0,832$$

$$P_a = 0,5 H_1^2 \gamma' K_a$$

$$P_a = 0,5 \times 8,5^2 \times 0,596 \times 0,832$$

$$P_a = 17,919 \text{ ton (gaya horisontal)}$$

- Penentuan lengan momen

Lengan momen diperoleh dari jarak antara titik tinjau x ke titik berat gaya P_a , maka diperoleh jarak 2,830 m.

- Perhitungan momen

$$\begin{aligned} M &= \text{Gaya} \times \text{Lengan momen} \\ &= 17,919 \times 2,830 \\ &= 50,710 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

d. Perhitungan tekanan tanah pasif pada dinding kantilever (untuk P_p) :

- Perhitungan gaya

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \varphi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha + \delta) \left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \beta)}{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \beta)}} \right)^2}$$

$$K_p = \frac{\sin^2(90 - 5,26)}{\sin^2 90 \sin(90 + 0) \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(5,26 + 0) \sin(5,26 + 0)}{\sin(5,26 + 0) \sin(5,26 + 0)}} \right)^2}$$

$$K_p = 1,202$$

$$P_p = 0,5 H_1^2 \gamma' K_p$$

$$P_p = 0,5 \times 1,2^2 \times 0,596 \times 1,202$$

$$P_p = 0,516 \text{ ton (gaya horisontal)}$$

- Penentuan lengan momen

Lengan momen diperoleh dari jarak antara titik tinjau x ke titik berat gaya P_a , maka diperoleh jarak 0,4 m.

- Perhitungan momen

$$\begin{aligned} M &= \text{Gaya} \times \text{Lengan momen} \\ &= 0,516 \times 0,4 \\ &= 0,206 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

3. Perhitungan daya dukung pondasi

Perhitungan daya dukung pondasi akan dihitung menggunakan daya dukung pondasi teori Terzaghi (1943). Data-data yang diketahui sebagai berikut :

- B (lebar pondasi) : 7,5 m
- D_f (kedalaman pondasi) : 1,2 m
- γ' (berat volume tanah terendam air) : 0,596
- c (kohesi tanah) : 0,090 t/m²
- φ (sudut gesek dalam tanah) : 5,26°
- N_c (hasil interpolasi berdasarkan nilai φ) : 17,752 (lihat Tabel 2.11)
- N_q (hasil interpolasi berdasarkan nilai φ) : 19,918 (lihat Tabel 2.11)

- $N_{\gamma'}$ (hasil interpolasi berdasarkan nilai ϕ): 21,790 (lihat Tabel 2.11)

Berdasarkan data-data yang ada tersebut, maka perhitungan daya dukung pondasi teori Terzaghi (1943) dapat dihitung sebagai berikut :

$$q_u = (c \times N_c) + (D_f \times \gamma' \times N_q) + (0,5 \times \gamma' \times B \times N_{\gamma'})$$

$$q_u = (0,090 \times 17,752) + (1,2 \times 0,596 \times 19,918) + (0,5 \times 0,596 \times 7,5 \times 21,790)$$

$$q_u = 64,560 \text{ t/m}^2$$

Hasil perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah kantilever maupun perhitungan daya dukung pondasi secara lengkap dapat di lihat pada Tabel 4.4.

4. Stabilitas Dinding Penahan Tanah (DPT) Kantilever Tanpa gempa

Stabilitas dinding penahan tanah kantilever tanpa gempa akan dihitung dengan tahapan sebagai berikut :

a. Kontrol stabilitas terhadap guling :

- Perhitungan momen vertikal (M_v)

$$\sum M_v = \sum M_x$$

$$\sum M_v = 233,438 \text{ ton.m}$$

- Perhitungan momen horisontal (M_h)

$$\sum M_v = \sum M_y$$

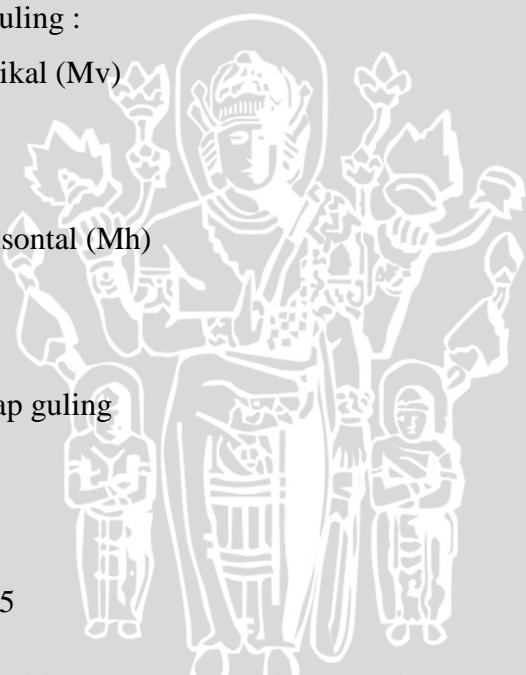
$$\sum M_v = 50,504 \text{ ton.m}$$

- Kontrol stabilitas terhadap guling

$$\text{Guling} = \frac{\sum M_v}{\sum M_h} > 1,5$$

$$\text{Guling} = \frac{233,438}{50,504} > 1,5$$

$$\text{Guling} = 4,62 > 1,5 \text{ (Stabilitas terhadap guling aman)}$$



b. Kontrol stabilitas terhadap geser :

- Perhitungan gaya tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran ($\sum R_h$)

Data-data yang diketahui :

$$- f \text{ (koef. gesek dasar fondasi dan tanah dasar)} = 0,6 \text{ (lihat Tabel 2.10)}$$

$$- \sum V \text{ (jumlah gaya-gaya vertikal)} = 59,809 \text{ ton}$$

$$\sum R_h = \sum V \times f$$

$$\sum R_h = 59,809 \times 0,6$$

$$\sum R_h = 35,883 \text{ ton}$$

- Perhitungan gaya horisontal ($\sum H$)

$$\sum H = \sum P_h$$

$$\sum H = 17,403 \text{ ton}$$

- Kontrol stabilitas terhadap geser

$$\text{Geser} = \frac{\sum R_h}{\sum H} > 1,5$$

$$\text{Geser} = \frac{35,883}{17,403} > 1,5$$

$$\text{Geser} = 2,06 > 1,5 \text{ (Stabilitas terhadap geser aman)}$$

c. Kontrol stabilitas terhadap daya dukung tanah :

- Kontrol terhadap eksentrisitas (e)

$$e = \frac{B}{2} - \left[\frac{\sum M_v - \sum M_h}{\sum V} \right] < \frac{B}{6}$$

$$e = \frac{7,5}{2} - \left[\frac{233,438 - 50,504}{59,805} \right] < \frac{7,5}{6}$$

$$e = 0,691 < 1,250 \text{ (Stabilitas terhadap eksentrisitas aman)}$$

- Kontrol terhadap tegangan ijin maksimum (σ maks) dan minimum tanah (σ min)

$$- \sigma \text{ maks} = \frac{\sum V}{B} \times \left[1 + \frac{6 \times e}{B} \right] < q_u$$

$$\sigma \text{ maks} = \frac{59,805}{7,5} \times \left[1 + \frac{6 \times 0,691}{7,5} \right] < 64,54$$

$$\sigma \text{ maks} = 12,38 < 64,54 \text{ (Stabilitas terhadap tegangan ijin maks aman)}$$

$$- \sigma \text{ min} = \frac{\sum V}{B} \times \left[1 - \frac{6 \times e}{B} \right] < q_u$$

$$\sigma_{\min} = \frac{59,805}{7,5} \times \left[1 - \frac{6 \times 0,691}{7,5} \right] < 64,54$$

$$\sigma_{\min} = 3,56 < 64,54 \text{ (Stabilitas terhadap tegangan ijin min aman)}$$

Hasil perhitungan stabilitas dinding penahan tanah kantilever secara lengkap dapat di lihat dalam Tabel 4.5.



Tabel 4.5. Stabilitas Dinding Penahan Kantilever Pada Lereng Cross BH-06 ; BH-02 (Tanpa Gempa)

Notasi	Nilai						Gaya		Lengan Momen		Momen		
	Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)	Ratio			γ (t/m ³)	Pv (ton)	Ph (ton)	x (m)	y (m)	Mx (ton.m)	My (ton.m)
	[1]	[2]	[3]	[4]			[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]
Wc1	0,250	x 7,300	x 1,000	x 0,500			2,400	= 2,190		2,170		4,752	
Wc2	1,000	x 7,300	x 1,000	x 1,000			2,400	= 17,520		2,750		48,180	
Wc3	7,500	x 1,200	x 1,000	x 1,000			2,400	= 21,600		3,750		81,000	
Ws1	4,250	x 7,300	x 1,000	x 1,000			0,596	= 18,495		5,380		99,505	
Pa	Ka	x 0,500	x h ₁	x h ₁	x γ'								
	0,832	x 0,500	x 8,500	x 8,500	x 0,596			=	17,919		2,830		50,710
Pp	Kp	x 0,500	x h ₂	x h ₂	x γ'								
	1,202	x 0,500	x 1,200	x 1,200	x 0,596			=	-0,516		0,400		-0,206
TOTAL							ΣV	59,805			ΣMv	233,438	
							ΣH		17,403		ΣMh		50,504
<p>Angka keamanan terhadap guling dan geser kondisi tanpa gempa :</p> <p>SF Guling = $\Sigma M_v / \Sigma M_h$ = 233,438 / 50,504 = 4,62 > 1,5 Aman</p> <p>SF Geser = $\Sigma R_h / \Sigma H$ = 35,883 / 17,403 = 2,06 > 1,5 Aman</p> <p>Kontrol terhadap eksentrisitas dan daya dukung izin tanah :</p> <p>Eksentrisitas :</p> <p>B = 7,500 m</p> <p>e = 0,691 < B / 6 = 1,250 Aman</p> <p>$\Sigma R_h = \Sigma V \cdot f$</p> <p>f = 0,6</p> <p>Tegangan maksimum dan minimum yang terjadi di bawah dasar pondasi :</p> <p>Tegangan izin tanah = 64,56 ton/m²</p> <p>Tegangan maks = 12,38 ton/m² < Tegangan izin tanah , Aman</p> <p>Tegangan min = 3,56 ton/m² < Tegangan izin tanah , Aman</p>													
<p>Keterangan:</p> <p>[1] = lebar tiap bagian (m)</p> <p>[2] = tinggi tiap bagian (m)</p> <p>[3] = panjang konstruksi, tiap 1 meter panjang (m)</p> <p>[4] = 1 digunakan untuk penampang persegi atau persegi panjang</p> <p>= 0,5 digunakan untuk penampang segitiga</p> <p>[5] = berat jenis beton bertulang = 2,4 (t/m³)</p> <p>= berat jenis tanah terendam air = 0,596 (t/m³)</p> <p>[6] = gaya vertikal (ton)</p> <p>= [1] * [2] * [3] * [4] * [5]</p> <p>(untuk bangunan, timbunan dan uplift)</p> <p>nilai (+) untuk arah gaya ke bawah</p> <p>nilai (-) untuk arah gaya ke atas</p> <p>[7] = gaya horizontal (ton)</p> <p>= [6] * kh , dengan kh = koef. gempa = 0,36 (untuk berat bangunan)</p> <p>= 7/12 * [2]² * [5] * kh (untuk tekanan air dinamis)</p> <p>nilai (+) untuk arah gaya ke hilir</p> <p>nilai (-) untuk arah gaya ke hulu</p> <p>[8] = lengan momen gaya vertikal (m)</p> <p>[9] = lengan momen gaya horizontal (m)</p> <p>[10] = momen (ton.m)</p> <p>= [6] * [8]</p> <p>[11] = momen (ton.m)</p> <p>= [7] * [9]</p>													

Sumber : Hasil Perhitungan

5. Stabilitas Dinding Penahan Tanah (DPT) Kantilever Dengan gempa

Stabilitas dinding penahan tanah kantilever dengan gempa akan dihitung dengan tahapan sebagai berikut :

a. Perhitungan koefisien gempa (k) :

Data-data yang diketahui untuk menghitung koefisien gempa (k) :

- Z (koefisien zona gempa) = 0,9 (lihat Gambar 2.21)
- a_c (Percepatan dasar gempa) = 350 gal = 350 cm/dt² (lihat Tabel 2.9)
- v (faktor koreksi pengaruh jenis tanah) = 1,1 (lihat Tabel 2.8)
- g (percepatan gravitasi) = 981 cm/dt²

Berdasarkan data-data tersebut maka dapat dilakukan perhitungan koefisien gempa seperti berikut ini :

▪ Perhitungan percepatan gempa terkoreksi (a_d)

$$a_d = Z \times a_c \times v$$

$$a_d = 0,9 \times 350 \times 1,1$$

$$a_d = 354,2 \text{ cm/dt}^2$$

▪ Perhitungan koefisien gempa (k)

$$k = a_d / g$$

$$k = 354,2 / 981$$

$$k = 0,36$$

Nilai dari koefisien gempa kemudian dikalikan dengan gaya berat konstruksi DPT Kantilever, agar mendapatkan kontrol stabilitas terhadap gempa.

b. Kontrol stabilitas terhadap guling :

▪ Perhitungan momen vertikal (M_v)

$$\sum M_v = \sum M_x$$

$$\sum M_v = 147,863 \text{ ton.m}$$

▪ Perhitungan momen horisontal (M_h)

$$\sum M_v = \sum M_y$$

$$\sum M_v = 50,504 \text{ ton.m}$$

▪ Kontrol stabilitas terhadap guling

$$\text{Guling} = \frac{\sum M_v}{\sum M_h} > 1,2$$

$$\text{Guling} = \frac{147,863}{50,504} > 1,2$$

$$\text{Guling} = 2,93 > 1,2 \text{ (Stabilitas terhadap guling aman)}$$

c. Kontrol stabilitas terhadap geser :

- Perhitungan gaya tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran ($\sum R_h$)

Data-data yang diketahui :

- f (koef. gesek dasar fondasi dan tanah dasar) = 0,6
- $\sum V$ (jumlah gaya-gaya vertikal) = 33,411 ton

$$\sum R_h = \sum V \times f$$

$$\sum R_h = 33,411 \times 0,6$$

$$\sum R_h = 21,684 \text{ ton}$$

- Perhitungan gaya horisontal ($\sum H$)

$$\sum H = \sum P_h$$

$$\sum H = 17,403 \text{ ton}$$

- Kontrol stabilitas terhadap geser

$$\text{Geser} = \frac{\sum R_h}{\sum H} > 1,2$$

$$\text{Geser} = \frac{21,684}{17,403} > 1,2$$

$$\text{Geser} = 1,25 > 1,2 \text{ (Stabilitas terhadap geser aman)}$$

d. Kontrol stabilitas terhadap daya dukung tanah :

- Kontrol terhadap eksentrisitas (e)

$$e = \frac{B}{2} - \left[\frac{\sum M_v - \sum M_h}{\sum V} \right] < \frac{B}{6}$$

$$e = \frac{7,5}{2} - \left[\frac{147,863 - 50,504}{33,411} \right] < \frac{7,5}{6}$$

$$e = 0,836 < 1,250 \text{ (Stabilitas terhadap eksentrisitas aman)}$$

- Kontrol terhadap tegangan ijin maksimum (σ maks) dan minimum tanah (σ min)

$$\sigma \text{ maks} = \frac{\sum V}{B} \times \left[1 + \frac{6 \times e}{B} \right] < q_u$$

$$\sigma \text{ maks} = \frac{33,411}{7,5} \times \left[1 + \frac{6 \times 0,836}{7,5} \right] < 64,54$$

$$\sigma \text{ maks} = 7,43 < 64,54 \text{ (Stabilitas terhadap tegangan ijin maks aman)}$$

$$\sigma \text{ min} = \frac{\sum V}{B} \times \left[1 - \frac{6 \times e}{B} \right] < q_u$$

$$\sigma_{\min} = \frac{33,411}{7,5} \times \left[1 - \frac{6 \times 0,836}{7,5} \right] < 64,54$$

$$\sigma_{\min} = 1,48 < 64,54 \text{ (Stabilitas terhadap tegangan ijin min aman)}$$

Hasil perhitungan stabilitas dinding penahan tanah kantilever secara lengkap dapat di lihat dalam Tabel 4.6.



Tabel 4.6. Stabilitas Dinding Penahan Kantilever Pada Lereng Cross BH-06 ; BH-02 (Dengan Gempa)

Notasi	Nilai							Gaya		Lengan Momen		Momen	
	Lebar (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)	Ratio			γ (t/m ³)	Pv (ton)	Ph (ton)	x (m)	y (m)	Mx (ton.m)	My (ton.m)
	[1]	[2]	[3]	[4]			[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]
Wc1	0,250	x 7,300	x 1,000	x 0,500			2,400	= 0,791		2,170		1,716	
Wc2	1,000	x 7,300	x 1,000	x 1,000			2,400	= 6,326		2,750		17,396	
Wc3	7,500	x 1,200	x 1,000	x 1,000			2,400	= 7,799		3,750		29,246	
Ws1	4,250	x 7,300	x 1,000	x 1,000			0,596	= 18,495		5,380		99,505	
Pae	Ka	x 0,500	x h ₁	x h ₁	x γ'								
	0,832	x 0,500	x 8,500	x 8,500	x 0,596			=	17,919		2,830		50,710
Ppe	Kp	x 0,500	x h ₂	x h ₂	x γ'								
	1,202	x 0,500	x 1,200	x 1,200	x 0,596			=	-0,516		0,400		-0,206
TOTAL							ΣV		33,411		ΣMv	147,863	
							ΣH		17,403		ΣMh	50,504	
<p>Angka keamanan terhadap guling dan geser kondisi tanpa gempa :</p> <p>SF Guling = $\Sigma M_v / \Sigma M_h$ = 147,863 / 50,504 = 2,93 > 1,2 Aman</p> <p>SF Geser = $\Sigma R_h / \Sigma H$ = 21,684 / 17,403 = 1,25 > 1,2 Aman</p> <p>Kontrol terhadap eksentrisitas dan daya dukung izin tanah :</p> <p>Eksentrisitas :</p> <p>B = 7,500 m</p> <p>e = 0,836 < B / 6 = 1,250 Aman</p> <p>$\Sigma R_h = \Sigma V \cdot f$</p> <p>f = 0,6</p> <p>Tegangan maksimum dan minimum yang terjadi di bawah dasar pondasi :</p> <p>Tegangan izin tanah = 64,56 ton/m²</p> <p>Tegangan maks = 7,43 ton/m² < Tegangan izin tanah , Aman</p> <p>Tegangan min = 1,48 ton/m² < Tegangan izin tanah , Aman</p>													
<p>Keterangan:</p> <p>[1] = lebar tiap bagian (m)</p> <p>[2] = tinggi tiap bagian (m)</p> <p>[3] = panjang konstruksi, tiap 1 meter panjang (m)</p> <p>[4] = 1 digunakan untuk penampang persegi atau persegi panjang = 0,5 digunakan untuk penampang segitiga</p> <p>[5] = berat jenis beton bertulang = 2,4 (t/m³) = berat jenis tanah terendam air = 0,596 (t/m³)</p> <p>[6] = gaya vertikal (ton) = [1] * [2] * [3] * [4] * [5] (untuk bangunan, timbunan dan uplift) nilai (+) untuk arah gaya ke bawah nilai (-) untuk arah gaya ke atas</p> <p>[7] = gaya horizontal (ton) = [6] * kh , dengan kh = koef. gempa = 0,36 (untuk berat bangunan) = 7/12 * [2]² * [5] * kh (untuk tekanan air dinamis) nilai (+) untuk arah gaya ke hilir nilai (-) untuk arah gaya ke hulu</p> <p>[8] = lengan momen gaya vertikal (m)</p> <p>[9] = lengan momen gaya horizontal (m)</p> <p>[10] = momen (ton.m) = [6] * [8]</p> <p>[11] = momen (ton.m) = [7] * [9]</p>													

Sumber : Hasil Perhitungan

4.4.2. Perhitungan *Bore Pile*

Selain penanganan lereng menggunakan dinding penahan tanah kantilever, sesuai dengan hasil analisis lereng BH-06 ; BH-02 pada kondisi musim kemarau maupun musim hujan maka ada alternatif lain yang direncanakan juga yaitu *bore pile*. *Bore pile* yang dipakai pada lereng BH-06 ; BH-02 adalah *bore pile* tiang tunggal dan *bore pile* tersebut dipasang sejauh 50 m.

Proses perhitungan *bore pile* akan dilakukan sebagai berikut :

1. Perhitungan dimensi *bore pile*

Perhitungan dimensi *bore pile* dilakukan dengan cara coba-coba dengan melihat dari kondisi lereng dan juga kondisi material tanah.

- Diameter *bore pile* (D)

$$D = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m (ditentukan sendiri)}$$

- Kedalaman *bore pile* (H)

Kedalaman dari *bore pile* yang dipakai pada *cross* BH-06 ; BH-02 adalah 15 m, karena pada kedalaman tersebut tanah sudah termasuk tanah keras.

2. Jarak antara tiang *bore pile* (S)

- $S \geq 2,5 D$

$$S \geq 2,5 \times 0,25$$

$$S \geq 0,625$$

$$S = 1 \text{ meter}$$

- $S \geq 3 D$

$$S \geq 3 \times 0,25$$

$$S \geq 0,75$$

$$S = 1 \text{ meter}$$

Dari hasil perhitungan maka bisa diambil kesimpulan jarak antara tiang *bore pile* (S) adalah 1 m.