

## ANALISIS DINDING PENAHAN TANAH PADA SUNGAI BRANG BIJI

Riska Handayana<sup>1</sup>, Dedy Dharmawansyah<sup>2</sup>, Eti Kurniati<sup>3</sup>, Adi Mawardin<sup>4</sup>

<sup>1), 2), 3), 4)</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Sumbawa

<sup>1</sup> riska4743@gmail.com, <sup>2</sup> dedy.dharmawansyah@uts.ac.id, <sup>3</sup> eti.kurniawati@uts.ac.id

<sup>4</sup> adi.mawardin@uts.ac.id

### ABSTRACT

*Brang Biji River is one of the rivers prone to flooding. Flooding occurs can result in a collapse in the construction of the retaining walls of the soil causing substantial harm to the surrounding community. It takes an alternative in maintaining the stability of slopes to reduce the avalanche in the Brang Biji River. Alternative wall retaining walls namely pairs of stone times and Sheet Pile, while comparative analysis to determine the type of effective construction used in the Brang Biji river using manual calculation method and software Plaxis 8.6. Data collection through field surveys, to get soil type data, geometrics slopes, and soil layer. To get the stability of slope in existing condition, in case of a cladding with  $SF \leq 1$  criteria using method of reverse analysis or approach based on trial and error literature. Results obtained from the reverse analysis are used for the analysis of the compoon on the slope of the Brang Biji River, either by manual calculation or Software Plaxis 8.6 In determining the value of SF. After analysis of the stability of the slope, obtained the result that by using a stone time retaining wall with a height of 5.5 m, the bottom width of 3.85 m, the upper width of 0.6 m with a depth of 1.5 m from the ground surface and the height of the river water face around 7.8 m , both against the bolsters with  $SF = 3.4$ , against sliding with  $SF = 2.17$  and the power of land with  $SF = 3$  manually while using the Plaxis Software with the addition of the working floor with a thickness of 10 cm and piling with a diameter of 40 cm with a distance of 25 cm obtained  $SF = 1.26$ . Whereas by using Sheet Pile use manual calculation obtained depth (D) Sheet Pile about 2.43 m with a large stability backup ( $SF$ ) = 1.5 D and the length of Sheet Pile as a whole about 8.43 m from ground level, while using Plaxis obtained value  $SF = 1,167$ .*

**Keywords:** Sheet Pile, Software Plaxis, Brang Biji River

### ABSTRAK

Sungai Brang Biji merupakan salah satu sungai yang rawan banjir. Banjir yang terjadi dapat mengakibatkan keruntuhan pada konstruksi dinding penahan tanah sehingga menyebabkan kerugian besar bagi masyarakat sekitar. Dibutuhkan alternatif dalam menjaga kestabilan lereng untuk mengurangi longsor di Sungai Brang Biji. Penelitian menggunakan dua alternatif dinding penahan tanah yaitu berupa pasangan batu kali dan *Sheet Pile*, sedangkan analisis perbandingan untuk mengetahui jenis konstruksi yang efektif digunakan pada Sungai Brang Biji menggunakan metode perhitungan manual dan *software Plaxis 8.6*. Pengumpulan data survei lapangan untuk mendapatkan data jenis tanah, geometrik lereng, dan lapisan tanah, sehingga dapat di hitung stabilitas lereng pada kondisi eksisting, dimana terjadi kelongsoran dengan kriteria  $SF \leq 1$ , untuk metode analisis balik atau pendekatan berdasarkan literatur *trial and error*. Hasil yang diperoleh dari analisis balik digunakan untuk analisis kekuatan pada lereng Sungai Brang Biji, sehingga perhitungan manual maupun *Software Plaxis 8.6* didapatkan nilai SF. Dengan menggunakan dinding Penahan batu kali dengan tinggi 5.5 m, lebar bagian bawah 3.85 m, lebar bagian atas 0.6 m dengan kedalaman 1.5 m dari permukaan tanah dan tinggi muka air sungai sekitar 7.8 m dari permukaan sungai telah memenuhi tingkat kestabilan lereng, baik terhadap guling dengan  $SF = 3.4$ , terhadap geser dengan  $SF = 2,17$  dan daya dukung tanah dengan  $SF = 3$  secara manual. Dengan menggunakan *Software Plaxis* dengan tambahan lantai kerja setebal 10 cm serta cerucuk dengan diameter 40 cm dengan jarak 25 cm memperoleh  $SF=1.26$ . *Sheet Pile* perhitungan manual diperoleh kedalaman (D) *Sheet Pile* sekitar 2.43 m dengan besar cadangan kestabilan ( $SF$ ) = 1.5D dan panjang *Sheet Pile* secara keseluruhan sekitar 8.43 m dari permukaan tanah, sedangkan menggunakan *Plaxis* diperoleh nilai  $SF = 1.167$ .

**Kata Kunci:** Dinding Penahan Tanah, *Software Plaxis*, Sungai Brang Biji

## PENDAHULUAN

Banjir adalah kondisi meluapnya air dari dalam saluran akibat tidak tertampungnya air atau terhambatnya aliran air. Salah satu penyebab banjir adalah erosi dan sedimentasi yang terjadi di hulu sungai dan membawa material sampai hilir sungai, hal ini menyebabkan kapasitas tampungan sungai menjadi berkurang sehingga menimbulkan banjir [1]. Selain itu banjir juga disebabkan curah hujan yang tinggi, gelontoran air hujan yang tidak terserap di wilayah hulu (karena terjadi penggundulan hutan), sungai-sungai yang mengalami penyempitan atau pendangkalan (karena sampah dan pembangunan tidak terkendali di sekitarnya), atau kondisi topografis berupa cekungan yang cenderung menjadi daerah pengumpulan air, dan terjadi pengebolan dinding penahan tanah yang mengakibatkan terjadinya pengluapan air sungai [2]. Tidak kurang dari 500 sungai besar dan kecil mengalir di seluruh wilayah Indonesia dan 30% diantaranya melintasi kawasan-kawasan padat penduduk, sehingga diperlukan pencegahan dan penanganan yang serius terhadap ancaman banjir [2]. Oleh karena itu, diperlukan konstruksi pelindung lereng agar tidak terjadinya gerusan atau erosi serta menjaga kestabilan lereng. Adapun konstruksi pelindung lereng yang biasa digunakan adalah dinding penahan tanah yang merupakan suatu konstruksi yang dibangun untuk mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang dibangun di tempat dimana kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri yang dipengaruhi oleh kondisi gambaran topografi tempat tersebut. Bila jalan dibangun berbatasan dengan sungai atau danau tanah, dinding penahan itu dibangun untuk melindungi kemiringan tanah dan melengkapi kemiringan dengan pondasi yang kokoh [1].

Sungai Brang Biji merupakan salah satu daerah aliran sungai yang berada di Kelurahan Brang Biji, Kabupaten Sumbawa, NTB, yang mempunyai luas sekitar 209,79 km<sup>2</sup> dengan panjang sungai utama sekitar 31,36 km yang mengalir dari Desa Kereke bermuara ke Labuhan Sumbawa (Samawarea, 2018).

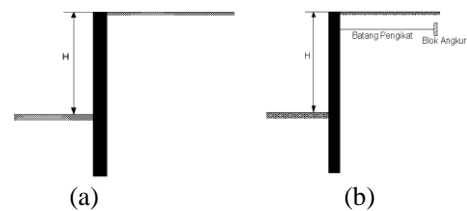
Dari tahun ke tahun Sungai Brang Biji selalu mengalami kebanjiran, dimulai dari April 2001 hingga Februari 2017 yang mengakibatkan terjadinya kelongsoran serta konstruksi penahan tanah jebol. Sehingga menyebabkan terjadinya luapan air sungai yang mengenai pemukiman penduduk di sekitar sungai. Akibatnya banyak menimbulkan kerugian, terutama dalam bidang ekonomi. Karena sekitar wilayah Sungai Brang Biji (dengan panjang sekitar 1 km) merupakan wilayah perputaran ekonomi serta sebagai jalan

akses ke beberapa instansi pemerintah. Oleh karena itu untuk meminimalisir dampak kelongsoran, harus dilakukan analisis stabilitas dinding penahan tanah yang efektif serta sesuai dengan jenis tanah pada Sungai Brang Biji.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Sheet Pile

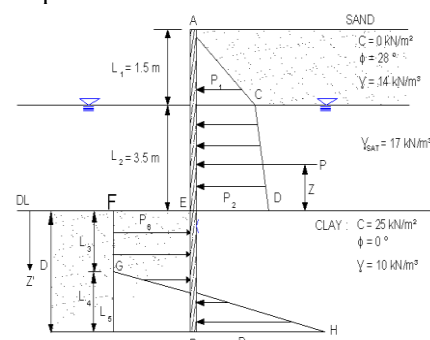
Sheet Pile atau biasa dikenal dengan turap merupakan dinding vertikal relatif tipis yang berfungsi untuk menahan tanah serta menahan masuknya air ke dalam lubang galian [4]. Turap biasa digunakan pada bangunan penahan tebing, pelabuhan, dan dinding penahan tanah. Secara umum turap terbagi atas 3 tipe dinding yaitu turap kantilever, turap berangkur dan turap dengan landasan. Dari ketiga jenis turap tersebut, pada penelitian menggunakan dinding turap tipe kantilever berbahan beton. Turap tipe kantilever mengandalkan kedalaman turap dan tahanan tanah di depannya dalam menahan tekanan lateral. Untuk lebih jelas dapat melihat Gambar 1.



Dinding Turap Kantilever Dinding Turap Diangker

### Gambar 1. Jenis Dinding Sheet Pile/Turap

Secara umum ada 2 jenis perhitungan dalam menentukan kedalaman pemancangan serta ukuran Sheet Pile yang berkaitan dengan diameter serta panjang total turap yang dibutuhkan, yaitu perhitungan Sheet Pile yang ditanam dipasir dan Sheet Pile yang ditanam di tanah lempung. Tetapi pada penelitian ini menggunakan perhitungan yang ditanam di tanah lempung yang sesuai dengan jenis tanah lereng. Untuk lebih jelas dapat melihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penempatan Sheet Pile Pada Tanah Pasir

- a) Menghitung koefisien tekanan tanah aktif ( $K_a$ ) dan pasif ( $K_p$ )

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (1.1)$$

- b) Menghitung tekanan yang bekerja

$$P_1 = \gamma \cdot L_1 K_a$$

$$P_2 = (\gamma \cdot L_1 + \gamma' \cdot L_2) \times K_a \quad (1.2)$$

- c) Menghitung tekanan total ( $P$ ) terhadap luas bidang ABCDE

$$P = \frac{1}{2} P_1 L_1 + P_1 L_2 + \frac{1}{2} (P_2 - P_1) L_2 \quad (1.3)$$

- d) Menghitung kedalaman  $z$  terhadap momen di titik E

$$Z = \frac{(C_1 \frac{1}{3} L_1 + L_2 + L_3) + (C_2 \frac{1}{2} L_2 + L_3) + (C_3 + L_3) + (C_4 \frac{2}{3} L_3)}{P} \quad (1.4)$$

- e) Menghitung panjang kedalaman pemancangan *Sheet Pile* ( $D$ )

$$D = D^2 [4 \cdot C - (\gamma \cdot L_1 + \gamma' \cdot L_2)] - 2 \cdot D \cdot P - \frac{P(P+12 \cdot C \cdot Z)}{(\gamma \cdot L_1 + \gamma' \cdot L_2) + 2 \cdot C} \quad (1.5)$$

- f) Menghitung kedalaman dilapangan ( $D_{actual}$ )

$$D_{actual} = 1,5 D \quad (1.6)$$

- g) Menghitung tekanan  $P_6$  dan  $P_7$

$$P_6 = 4C - (\gamma \cdot L_1 + \gamma' \cdot L_2)$$

$$P_7 = 4C + (\gamma \cdot L_1 + \gamma' \cdot L_2) \quad (1.7)$$

- h) Menghitung panjang ( $L_4$ )

$$L_4 = \frac{D P_6 - P}{4C} \quad (1.8)$$

- i) Menghitung panjang  $Z'$

$$Z' = \frac{P}{P_6} \quad (1.9)$$

- j) Menghitung momen maksimum ( $M_{max}$ )

$$M_{max} = P(Z + Z') - \frac{P_6 \cdot Z'^2}{2} \quad (1.10)$$

- k) Menghitung section modulus ( $S$ )

$$S = \frac{M_{MAX}}{\sigma_{all}} \quad \sigma_{all} = 172,5 \text{ MN/m}^2 \quad (1.11)$$

Dengan,

- $K_a$  = Koefisien Tanah Aktif  
 $K_p$  = Koefisien Tanah Pasif  
 $P_1, P_2, P_6, P_7$  = Tekanan (kN)  
 $D$  = Kedalaman Pemancangan (m)  
 $L_1, L_2, L_3, L_4$  = Ketinggian (m)  
 $A_1, A_2, A_3, A_4$  = Luas Area (m<sup>2</sup>)

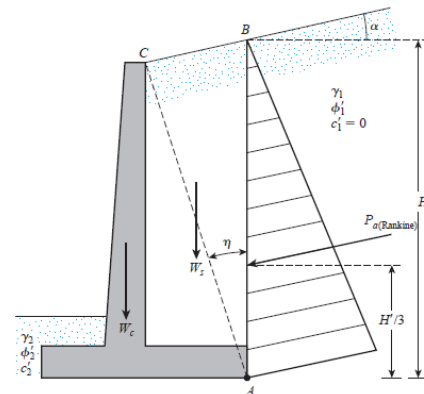
## 2.2. Dinding Penahan Tanah (Pasangan Batu Kali)

Dinding penahan tanah adalah suatu bangunan yang dibangun untuk mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang dibangun di tempat dimana kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri yang dipengaruhi oleh kondisi gambaran topografi tempat itu. Secara

umum fungsi dari dinding penahan tanah (Pasangan Batu Kali) adalah sebagai berikut:

1. Menahan tekanan lateral tanah aktif yang dapat berpotensi menyebabkan terjadinya keruntuhan lateral tanah seperti longsor.
2. Menahan tekanan lateral air yang menyebabkan terjadinya keruntuhan akibat tekanan air yang besar.
3. Mencegah terjadinya perembasan air secara lateral yang diakibatkan oleh kondisi elevasi muka air tanah yang cukup tinggi serta memotong aliran air.

Secara umum ada beberapa jenis dinding penahan yang biasa digunakan pada lapangan yaitu dinding Gravitasi, Kantiliver, Turap, Gabion, Blok Beton, Dinding Bertulang, Soldier Pile, Repeatment. Tetapi pada penelitian ini, jenis Pasangan Batu Kali yang digunakan adalah jenis Gravitasi digunakan untuk menahan tanah lateral pada timbunan tanah maupun pada tebing-tebing yang landai sampai terjal yang mengandalkan bobot massa dari badan konstruksi yang lebih stabil dikarenakan bobotnya yang berat dalam menahan tekanan tanah lateral. Material penyusun yang digunakan pada jenis konstruksi ini adalah Pasangan Batu Kali. Dimana materialnya lebih mudah ditemukan serta ekonomis dari pada material dinding penahan lainnya. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Dinding Gravitasi (DAS, 2011)

## 2.3. Plaxis

PLAXIS (*Finite Elemen Code for Soil and Rock Analysis*) merupakan suatu rangkaian program elemen hingga yang telah dikembangkan untuk menganalisis deformasi dan stabilisasi geoteknik dalam perencanaan-perencanaan sipil. Grafik prosedur-prosedur input data (*soil properties*) yang sederhana mampu menciptakan model-model elemen hingga yang kompleks dan menyediakan output tampilan secara detail berupa hasil-hasil perhitungan. Perhitungan program ini seluruhnya secara otomatis dan berdasarkan pada

prosedur-prosedur penulisan angka yang tepat. Konsep ini dapat dikuasai oleh pengguna baru dalam waktu yang relatif singkat setelah melakukan beberapa latihan [6].

## METODE PENELITIAN

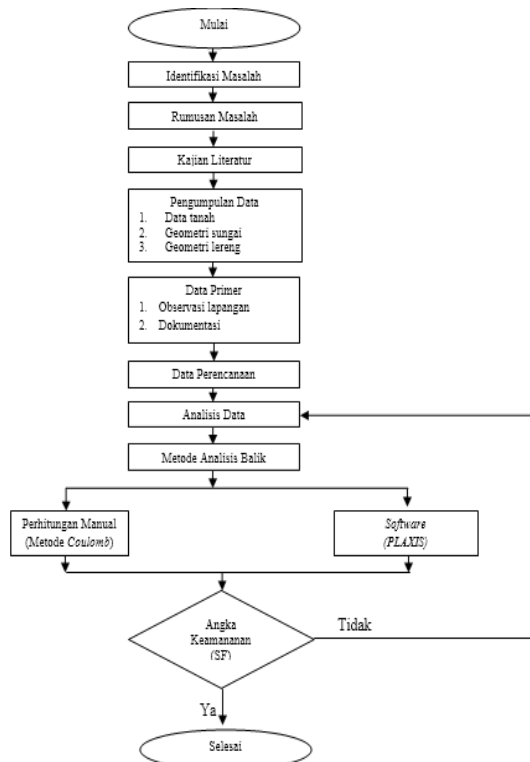
### 3.1. Lokasi Studi

Wilayah studi pada penelitian ini adalah Sungai Brang Biji yang berada di Kelurahan Brang Biji, Kecamatan Sumbawa, Kabupaten Sumbawa Besar, NTB, dapat ditunjukkan pada Gambar.4.



**Gambar 4. Wilayah Studi**  
(Sumber : Google Earth, 2019)

Adapun diagram alir penelitian terkait Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah dapat dilihat pada Gambar 5.

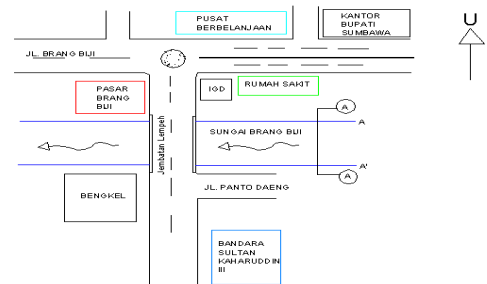


**Gambar 5. Diagram Alir Penelitian**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**4.1. Data Perencanaan**

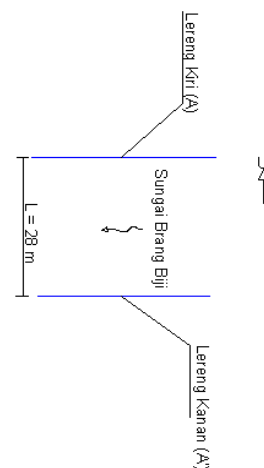
Adapun data perencanaan yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer yang merupakan hasil observasi dan survei lapangan, dikarenakan tidak terdapatnya data Sungai Brang Biji seperti data tanah (kohesi (C), sudut geser dalam ( $\phi$ ), berat volume tanah ( $\gamma$ ) dan data topografi Sungai Brang Biji di instansi-instansi pemerintah Kab.Sumbawa Besar, NTB. Sehingga pada penelitian ini menggunakan Metode Analisis Balik atau *back analysis* dengan cara trial and error parameter tanah hingga diperoleh angka keamanan kritis ( $SF \leq 1$ ). Adapun data perencanaan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

#### 1. Batas Wilayah Penelitian

Sungai Brang Biji terbagi atas 2 lereng yaitu lereng bagian kiri sungai yang dekat dengan Kelurahan Brang Biji dan lereng bagian kanan sungai yang dekat dengan Kelurahan Panto Daeng. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



**Gambar 6. Lay Out Lokasi Penelitian**



**Gambar 7. Potongan A-A Lereng Sungai Brang Biji**

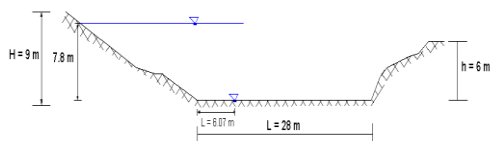
#### 2. Geometri Sungai

Data geometri sungai ini digunakan dalam menentukan tinggi muka air pada Sungai Brang Biji. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8. Tata Cara Pengukuran Geometri Sungai Brang Biji**

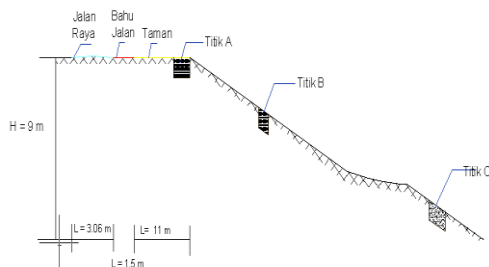
Dari hasil pengukuran didapatkan sketsa geometri sungai dengan panjang sungai  $L = 28$  meter, tinggi lereng bagian kiri sungai  $H = 6$  meter dan lereng bagian kanan sungai  $H = 9$  meter dari permukaan sungai serta kedalaman muka air minimum sungai 25 cm dari permukaan, dan tinggi muka air maksimum sebesar 7,8 meter yang di dapatkan dari hasil survei lapangan permukaan sungai. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1.9.



**Gambar 9. Geometri Sungai Brang Biji**

### 3. Penampang Lereng Sungai Brang Biji

Pada penelitian ini akan difokuskan pada lereng sebelah kanan yang tingkat longsornya lebih parah dari lereng sebelahnya serta tidak terdapat dinding penahan tanah. Lereng ini memiliki tinggi 9 meter dengan kemiringan  $26^\circ$ . Adapun gambar penampang lereng Sungai Brang Biji dilihat pada Gambar 1.10.



**Gambar 10. Penampang Lereng Brang Biji**

### 4. Klasifikasi Jenis Tanah

Pada penelitian ini terbagi atas tiga titik pengambilan sampel, dengan jarak antar titik sekitar 500 m sepanjang lokasi penelitian yaitu 1 km. Klasifikasi atau penentuan jenis tanah dilakukan dengan mengambil sampel tanah di sepanjang 1 km lereng bagian kanan (A), dimana masing-masing titik penelitian dibagi menjadi tiga titik sampel yaitu dibagian atas, tengah dan bawah lereng sungai dengan kedalaman 1 meter dari permukaan tanah. Sampel tanah diambil per 20 cm disetiap titik untuk mendapatkan data yang lebih akurat. Dari ke tiga titik sampel diperoleh hasil bahwa lereng bagian kanan (A) mempunyai karakteristik tanah yang sama yaitu bagian atas adalah pasir, bagian tengah lempung sedang dan bagian bawah lempung kaku. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Jenis Tanah Lereng Sungai Brang Biji**

Titik	Sempel Tanah		Jarak (meter)
	Lempung	Pasir	
1			0
2			0-500
3			500-1000

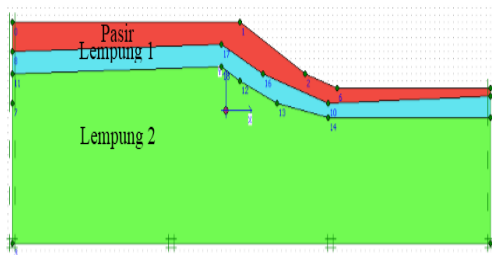
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1. Stabilitas Eksisting Sungai Brang Biji

Pada penelitian ini untuk analisis eksisting Sungai Brang Biji menggunakan *Software PLAXIS 8.6*, karena lebih efektif ketika data yang digunakan hanya data primer dengan metode tak terhingga.

#### 1. Pembuatan Lereng Sungai

Pembuatan lereng sungai dilakukan dengan software Autocad terlebih dahulu untuk menentukan titik koordinat yang akan di masukkan ke *Software Plaxis 8.6*. Adapun Gambar lereng sungai yang terbentuk di *software Plaxis 8.6* dapat dilihat pada Gambar 11.

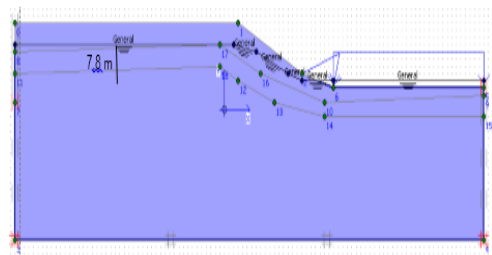


**Gambar 11. Lereng Sungai Brang Biji**

2. Jenis dan Parameter Material Tanah\
 

Pada penelitian ini ada beberapa kali percobaan yang dilakukan dengan menggunakan parameter tanah yang berupa nilai kohesi (C), Sudut geser ( $\phi$ ), potision rasio ( $\nu$ ), dan modulus elastisitas (E), yang rentang nilai berdasarkan tabel pendekatan dari beberapa literatur.
3. Tata Letak Muka Air Sungai
 

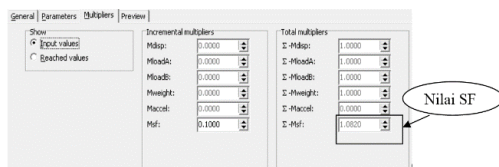
Berdasarkan hasil survei lapangan ketinggian maksimum muka air Sungai Brang Biji terletak pada ketinggian 7, 8 m dari permukaan Sungai Brang Biji. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 12. Muka Air Maksimum Sungai Brang Biji**

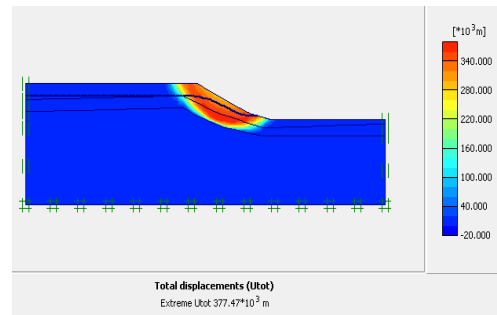
4. Nilai SF (*Safety Factor*)
 

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai SF = 1,08 dengan tinggi muka air sungai maksimum yang berarti lereng bagian kanan Sungai Brang Biji dinyatakan tidak aman karena dapat mengalami kelongsoran. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 13. dan Gambar 14.



**Gambar 13. Nilai SF (*Safety Factor*) Sungai Brang Biji**

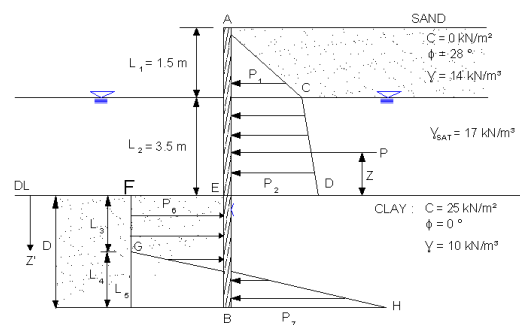
Adapun *output* stabilitas eksisting ini dapat dilihat pada Gambar 14.



**Gambar 14. Output Stabilitas eksisting lereng kanan Sungai Brang Biji**

## 5.2. Stabilitas Lereng Sungai Dengan *Sheet Pile*

Stabilitas menggunakan *Sheet Pile* kurang lebih sama dengan dinding penahan Batu Kali, dimana ada beberapa proses yang harus dilakukan terlebih dahulu.



**Gambar 15. Sheet Pile Pada Penanaman Di Pasir**

### A. Perhitungan Manual

- 1) Menghitung Koefisien Tekanan Tanah Aktif

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{28}{2} \right)$$

$$K_a = 0.36$$

- 2) Menghitung Tekanan ( $P_1$ )

$$P_1 = \gamma \cdot L_1 \cdot K_a$$

$$P_1 = 14 \times 1.5 \times 0.36$$

$$P_1 = 7,56 \text{ kN/m}^2$$

- 3) Menghitung Tekanan ( $P_2$ )

$$P_2 = (\gamma \cdot L_1 + \gamma' \cdot L_2) \times K_a$$

$$P_2 = (14 \times 1,5 + 7,19 \times 3,5) \times 0,36$$

$$P_2 = 16,62 \text{ kN/m}^2$$

- 4) Menghitung Tekanan Total (P) Terhadap Bidang ABCDE

$$P = \frac{1}{2} P_1 L_1 + P_1 L_2 + \frac{1}{2} (P_2 - P_1) L_2$$

$$P = \frac{1}{2} 7,56 \times 1,5 + 7,56 \times 3,5 + \frac{1}{2} (16,62 - 7,56) 3,5$$

$$P = 49,98 \text{ kN/m}^2$$

- 5) Menghitung Kedalaman Z Terhadap Momen di Titik E

$$Z = \frac{(c_1 \frac{1}{3} L_1 + L_2) + (c_2 \frac{1}{2} L_2) + (c_3 \frac{2}{3} L_2)}{P}$$

$$Z = \frac{(5,67 \times (\frac{1}{3} 1,5 + 3,5)) + (26,46 \times (\frac{1}{2} 3,5)) + (15,85 \times \frac{1}{3} 3,5)}{86,65}$$

$$Z = 1,82 \text{ m}$$

- 6) Menghitung Kedalaman Pemancangan Sheet Pile

$$D = D^2 [4 \cdot C - (\gamma \cdot L_1 + \gamma' \cdot L_2)] - 2 \cdot D \cdot P$$

$$D = \frac{P(P + 12 \cdot C \cdot Z)}{(\gamma \cdot L_1 + \gamma' \cdot L_2) + 2 \cdot C}$$

$$D^2 [4 \times 25 - (14 \times 1,5 + 7,19 \times 3,5)] - 2 \times D \times 49,98$$

$$= \frac{49,98 (49,98 + 12 \times 25 \times 1,82)}{(14 \times 1,5 + 7,19 \times 3,5) + 2 \times 25}$$

$$D = 53,835 \text{ m}^2 - 95,96 \text{ m}^2 - 51,18 = 0$$

N0	Nilai asumsi D(m)	Hasil
1	1	-338,482
2	1,6	-312,075
3	1,62	-310,528

- 7) Menghitung Kedalaman Pemancangan di Lapangan

$$D_{actual} = 1,5 D$$

$$D_{actual} = 1,5 \times 1,62 = 2,43 \text{ m}$$

- 8) Menghitung Tekanan (P<sub>6</sub>)

$$P_6 = 4C - (\gamma \cdot L_1 + \gamma' \cdot L_2)$$

$$P_6 = 4 \times 25 - (14 \times 1,5 + 7,19 \times 3,5)$$

$$P_6 = 131,16 \text{ kN/m}^2$$

- 9) Menghitung Panjang L<sub>4</sub>

$$L_4 = \frac{D P_6 - P}{4C} = \frac{1,62 \times 131,16 - 49,98}{4 \times 25} = 1,64 \text{ m}$$

- 10) Menghitung Kedalaman Z'

$$Z' = \frac{P}{P_6} = \frac{49,98}{131,16} \approx 0,36 \text{ m}$$

- 11) Menghitung Momen Maksimum

$$M_{max} = P(Z + Z') - \frac{P_6 \cdot Z'^2}{2}$$

$$= 46,89 (1,82 + 0,36) - \frac{131,16 \times 0,36^2}{2}$$

$$= 96,1 \text{ kNm}$$

- 12) Menghitung Section Modulus

$$S = \frac{M_{MAX}}{\sigma_{all}}$$

$$\sigma_{all} = 172,5 \text{ MN/m}^2$$

$$S = \frac{96,1}{172,5 \times 10^3} = 0,55 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{atau } 55 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{m}$$

## B. Perhitungan Software Plaxis

Pada penelitian ini, *Sheet Pile* yang digunakan adalah *Sheet Pile* tipe Larsen 755 yang berbahan beton dengan tinggi dinding 0,45 m, luas dinding 162,4 cm<sup>2</sup>, momen Inersia 450000 cm<sup>4</sup>, dengan nilai modulus area (EA) = 3410400 kN/m, modulus inersia (EI) = 945000 kNm<sup>2</sup>/m dan berat model (*Wmodel*) = 0.00275224.

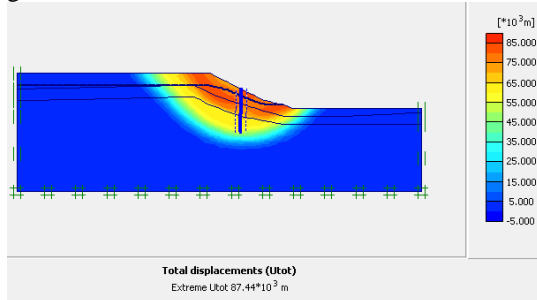
Geometri *Sheet Pile* kurang lebih sama dengan geometri lereng Sungai Brang Biji, tetapi ada tambahan tata letak pemasangan *Sheet Pile* pada lereng sungai.

Pada penelitian ini, *Sheet Pile* yang digunakan adalah *Sheet Pile* tipe Larsen 755 yang berbahan beton dengan tinggi dinding 0,45 m, luas dinding 162,4 cm<sup>2</sup>, momen Inersia 450000 cm<sup>4</sup>, dengan nilai modulus area (EA) = 3410400 kN/m, modulus inersia (EI) = 945000 kNm<sup>2</sup>/m dan berat model (*Wmodel*) = 0.00275224.

Tata letak muka air *Sheet Pile* kurang lebih sama dengan tata letak muka air sungai saat kondisi eksisting.

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai SF = 1,1647 dengan tinggi muka air sungai

maksimum yang berarti lereng bagian kanan Sungai Brang Biji dinyatakan cukup aman. Adapun *output* Stabilitas Lereng kanan Sungai Brang Biji dengan Sheet Pile dapat dilihat pada gambar 1.16.



**Gambar 16. Output Stabilitas Lereng kanan Sungai Brang Biji dengan Sheet Pile**

### 5.3. Stabilitas Dinding Pasangan Batu Kali

Sebelum melakukan proses perhitungan atau penentuan dimensi, kedalaman pemasangan dinding penahan Batu Kali, ada beberapa proses yang harus dilakukan terlebih dahulu.

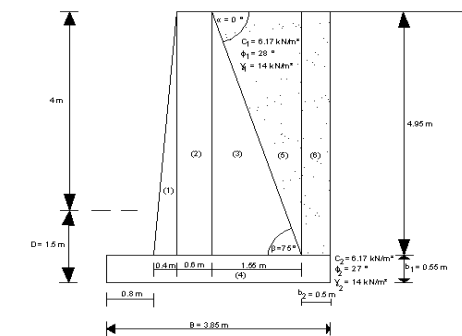
#### A. Perhitungan Manuual

##### 1) Perhitungan ukuran pasangan Batu Kali

Adapun ukuran yang ditentukan adalah lebar bawah dinding pasangan Batu Kali (b), lebar bagian atas Batu Kali (a), kedalaman pemasangan Batu Kali (D), tinggi kaki pasangan Batu Kali (b<sub>1</sub>) dan lebar kaki pasangan Batu Kali (b<sub>2</sub>). Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.15. Adapun proses perhitungan dapat dilihat dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{a) } B &= 0.5 - 0.7 \times H \\ B &= 0.7 \times 5,5 = 3.85 \text{ m} \end{aligned}$$

- b)  $b_1 = 0.1 \times H = 0.1 \times 5.5 = 0.55 \text{ m}$   
 $b_2 = 0.1 \times H = 0.1 \times 5.5 = 0.55 \text{ m}$
- c)  $D = 1,5 \text{ m}$
- d)  $\delta = 20$
- e)  $\alpha = 0^\circ$
- f)  $\beta = 75^\circ$
- g)  $K_a = 0.4490$  (Tabel 2.2.)
- h)  $\gamma_c = 23.58 \text{ kN/m}^2$



**Gambar 17. Pasangan Batu Kali**

##### 2) Stabilitas pasangan Batu Kali

$$\text{a) } H' = 4 + 1.5$$

$$H' = 5.5 \text{ m}$$

$$\text{b) } P_a = \frac{1}{2} \gamma_1 H K_a$$

$$P_a = \frac{1}{2} 14 \times 5,5^2 \times 0,4490 = 95.07 \text{ kN/m}$$

$$\text{c) } P_h = P_a \cos(15 - \delta) = 95.07 \cos(15 + 20) = 73,56 \text{ kN/m}$$

$$\text{d) } P_v = P_a \sin(15 - \delta) = 89,8 \sin(15 + 20) = 54.53 \text{ kN/m}$$

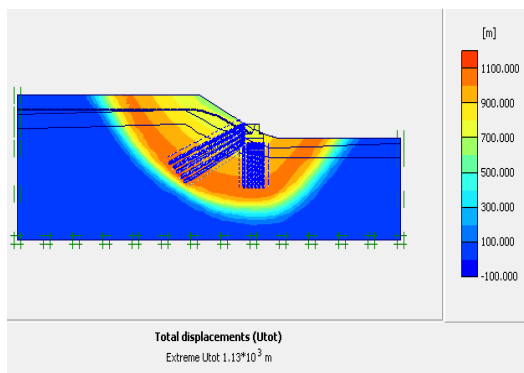
e) Perhitungan jumlah momen dan jumlah gaya vertikal yang bekerja pada pasangan Batu Kali yang dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Jumlah Momen dan Tekanan Pasangan Batu Kali**

No	Luas (A)	Berat (W)	Momen Terhadap C	Momen
	(meter)	$\gamma \times A$	kN/m	$W \times M$
1	$\frac{1}{2} \times 0.4 \times 4.95 = 0.99$	$0.99 \times 23.58 = 23.34$	$\frac{2}{3} \times 0.4 + 0.8 = 1.06$	24.74
2	$4.95 \times 0.6 = 2.97$	$2.97 \times 23.58 = 70.03$	$\frac{2}{3} \times 0.6 + 0.4 + 0.8 = 1.5$	105.04
3	$\frac{1}{2} \times 1.55 \times 4.95 = 3.83$	$3.83 \times 23.58 = 11.37$	$\frac{1}{3} \times 1.55 + 0.6 + 0.4 + 0.8 = 2.31$	26.26
4	$3.85 \times 0.55 \approx 2.97$	$2.17 \times 23.58 = 11.37$	$\frac{1}{2} \times 3.85 = 1.92$	98.22
5	$\frac{1}{2} \times 1.55 \times 4.95 = 3.88$	$3.83 \times 14 = 53.62$	$\frac{2}{3} \times 1.55 + 1.55 + 0.6 + 0.4 + 0.8 = 4.33$	232.17
6	$0.5 \times 4.95 = 2.47$	$2.47 \times 14 = 2.47$	$\frac{1}{2} \times 0.5 + 1.55 + 0.66 + 0.4 + 0.8 = 3.6$	8.89
		$\Sigma PV = 54.53$	$\Sigma MR = 495.32$	
		$\Sigma V = 266.52$		



Dalam perhitungan stabilitas batu kali dilakukan sebanyak 2 kali percobaan, dimana percobaan pertama memperoleh nilai SF = 1.26 yang artinya aman untuk digunakan, tetapi tanpa adanya penambahan timbunan setelah proses pemasangan dinding pasangan batu kali. Sehingga terdapat wilayah yang kosong akibat galian untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.16. Sedangkan percobaan ke dua diperoleh nilai SF yang lebih kecil dari percobaan pertama yaitu 1.259 dengan tahapan pemasangan pasangan batu kali yang dilanjutkan dengan proses penimbunan. Pada penelitian ini selain menggunakan pasangan batu kali juga digunakan lantai kerja dengan tebal 10 cm dan cerucuk kayu dengan diameter 40 cm dengan jarak 25 cm antar cerucuk yang dapat dilihat pada lampiran 2. Hal ini dilakukan untuk menambah daya dukung tanah akibat penambahan berat oleh dinding penahan tanah. Gambar *Output* stabilitas dinding pasangan batu kali dapat dilihat pada gambar 18 berikut.



**Gambar 18. Output Stabilitas Dinding Pasangan Batu Kali Lereng kanan Sungai Brang Biji**

Pada penelitian ini lebih memilih ke percobaan yang ke 2, meskipun nilai SF lebih kecil dari pada nilai percobaan 1. Karena percobaan 1 lebih memiliki ruang kosong dibandingkan percobaan ke 2 yang dapat mengakibatkan terjadinya guling akibat gaya dorong dari tanah dibelakang dinding penahan yang tidak dapat ditahan oleh dinding penahan pada percobaan 1.

#### 5.4. Perbandingan Perhitungan Manual Dengan Plaxis

Konstruksi SF Perbedaan Manual dengan *Software Plaxis 8.6*. Guling Geser Daya Dukung Tanah keseluruhan *Sheet Pile* 1.5. Lebih detail *Sheet Pile* Batu kali Manual uji stabilitas dimensi batu kali, sedangkan Plaxis gambaran proses dilapangan

**Tabel 3. Perbandingan Perhitungan Manual dengan Software Plaxis**

Konstruksi	SF			Perbedaan	
	Manal	Software (Plaxis)			
Sheet Pile	Guling	Geser	Daya Dukung Tanah	Keseluruhan	
	3.4	2.1	3		1.5 1.167
Batu Kali	3.4	2.1	3	1.26	Lebih detail Sheet pile Manual uji stabilitas dimensi batu kali, sedangkan Plaxis gambaran proses dilapangan

Berdasarkan hasil perbandingan antara metode perhitungan manual dengan *Software Plaxis 8.6* didapatkan hasil bahwa untuk para pemula lebih baik menggunakan kedua jenis perhitungan dalam menentukan kestabilan konstruksi dinding penahan, karena hasil perhitungan manual sebagai landasan kestabilan konstruksi dinding penahan yang dimensi maupun kedalaman dinding yang akan digunakan pada plaxis untuk menggambarkan pemasangan di lapangan.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini terdapat beberapa hasil dari analisis data, adapun hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Stabilitas lereng eksisting sungai brang biji mengalami kelongsoran atau dalam keadaan tidak stabil dengan nilai SF = 1
2. Dengan menambahkan dinding penahan tanah pasangan batu kali dengan ketinggian 5.5 m, lebar bawah 3.85 m, lebar bagian atas 0.6 m dengan kedalaman pemasangan dinding penahan 1.5 m, dapat membuat lereng sungai brang biji (bagian kanan) menjadi stabil baik terhadap gaya guling dengan SF = 3.4, geser 2.17, dan daya dukung tanah SF = 3 yang artinya memenuhi batas nilai kestabilan lereng (SF). Sedangkan dengan menggunakan software Plaxis diperoleh hasil SF = 1.259 yang berarti aman dengan menambahkan lantai kerja dengan tebal 10 cm dan cerucuk kayu dengan diameter 40 cm dengan jarak antar cerucuk 25 cm.
3. Pemasangan *Sheet Pile* dengan kedalaman total 2.43 m memberikan tingkat kestabilan lereng sungai meningkat dengan nilai SF = 1.5 yang diperoleh dari hasil perhitungan manual

sedangkan dengan menggunakan *software* PLAXIS mendapatkan nilai  $SF = 1.167$  dengan displacement kecil yang berarti aman untuk digunakan.

4. Hasil analisis stabilitas lereng lebih akurat dengan menggunakan ke dua metode perhitungan baik secara manual maupun *software*.

Untuk memperoleh hasil yang akurat data topografi dan data tanah harus lengkap. Serta bagi para pemula lebih baik menggunakan kedua jenis perhitungan dalam menentukan kestabilan konstruksi dinding penahan, karena hasil perhitungan manual sebagai landasan kestabilan konstruksi dinding penahan yang dimensi maupun kedalaman dinding yang akan digunakan pada plaxis untuk menggambarkan pemasangan di lapangan.

## REFERENSI

- [1] Barokah, Putri Restu. "*Perencanaan Konstruksi Pelindung Tebing Sungai Sebagai Upaya Penanganan Longsor Akibat Banjir Dibelokan Sungai*". 2017.
- [2] Priadmodjo, Danang. "*Penataan Kota Antisipasi Bencana*". Vol. 10 No. 02, Juli 2011.
- [3] Sumbawa, zen . "*Sungai Brang Biji Akan Direstorasi*". <https://www.samaware.com>. [Diakses pada 27 April 2018]
- [4] Hardiyatmo, Hary Christady. "*Fondasi 2*". Penerbit: Gadjah Mada University Press Anggota IKAPI. Yogyakarta. 2015.
- [5] Das, Braja M., Endah, Noor & Mochtar, Indrasurya B. "*Mekanika Tanah*". Penerbit: Erlangga. Jakarta. 1992.
- [6] PLAXIS Tutorial Manual. English: PLAXIS. 2012