

Studi Perbandingan Penggunaan Sheet Pile Beton Dan Sheet Pile Baja Pada Bendung Talang *Comparative Study on the Use of Concrete Sheet Pile and Steel Sheet Pile on Talang Dam*

Anindya Nabila Putri¹⁾, Arief Alihudien²⁾, Hilfi Harisan Ahmad³⁾

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: anindyabila147@gmail.com

²Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: ariefalihudien@unmuhjember.ac.id

³Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: hilfiharisana@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi stabilitas Bendung Talang di Desa Jenggawah, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember, yang telah beroperasi selama delapan dekade dan mengairi 8.167 hektar lahan pertanian. Fokus penelitian adalah menganalisis stabilitas penurunan menggunakan sheet pile beton dan baja serta menentukan kedalaman ideal untuk mencapai stabilitas optimal. Selain itu, penelitian ini membandingkan efektivitas biaya antara penggunaan sheet pile beton dan baja. Metode yang digunakan mencakup analisis stabilitas menggunakan program Plaxis dan perbandingan biaya dengan Microsoft Excel berdasarkan data pengujian tanah di lapangan dan laboratorium. Hasil menunjukkan bahwa faktor keamanan lereng asli adalah 1,35. Penggunaan sheet pile beton meningkatkan faktor keamanan menjadi 2,4 pada kedalaman 6 meter, sementara sheet pile baja mencapai 2,39 pada kedalaman yang sama. Dari segi biaya, diperlukan 51 batang sheet pile beton dengan total biaya 541.620.000, dibandingkan dengan 125 batang sheet pile baja yang memerlukan biaya 725.000.000. Hasil ini menunjukkan bahwa sheet pile beton lebih efisien secara biaya dan sama efektifnya dalam meningkatkan stabilitas dibandingkan dengan sheet pile baja, menjadikannya pilihan yang lebih optimal untuk proyek ini.

Kata kunci: Bendung Talang, Sheet Pile Beton, Sheet Pile Baja, Stabilitas, Software Plaxis.

Abstract

This study evaluates the stability of Talang Dam in Jenggawah Village, Jenggawah District, Jember Regency, which has been operating for eight decades and irrigating 8,167 hectares of agricultural land. The focus of the study is to analyze the settlement stability using concrete and steel sheet piles and determine the ideal depth to achieve optimal stability. In addition, this study compares the cost-effectiveness between the use of concrete and steel sheet piles. The methods used include stability analysis using the Plaxis program and cost comparison with Microsoft Excel based on soil test data in the field and laboratory. The results show that the original slope safety factor is 1.35. The use of concrete sheet piles increases the safety factor to 2.4 at a depth of 6 meters, while steel sheet piles reach 2.39 at the same depth. In terms of cost, 51 concrete sheet piles are required with a total cost of 541,620,000, compared to 125 steel sheet piles which cost 725,000,000. These results indicate that concrete sheet piles are more cost efficient and equally effective in increasing stability compared to steel sheet piles, making them a more optimal choice for this project.

Keywords: Concrete Sheet Pile, Plaxis Software, Stability, Steel Sheet Pile, Talang Dam.

1. PENDAHULUAN

Bendung Talang yang terletak di Desa Jenggawah, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember, merupakan salah satu infrastruktur kritis dalam pengelolaan sumber daya air di wilayah tersebut. Dengan beroperasinya bendung ini selama lebih dari delapan dekade, penting untuk melakukan evaluasi dan perbaikan guna memastikan fungsinya dalam mengaliri lahan pertanian dan mencegah banjir tetap optimal. Salah satu komponen penting dalam struktur bendung ini adalah penggunaan sheet pile, yang berfungsi sebagai penguat stabilitas tanah dan pencegahan erosi.

Menurut Hardiyanto (2023) penerapan sistem perkuatan tanah sangat penting untuk menjaga kestabilan, terutama pada kondisi tanah dengan daya dukung yang rendah. Penurunan kekuatan geser tanah atau peningkatan tegangan geser dapat menyebabkan kegagalan struktural. Sheet pile, sebagai dinding turap, dirancang untuk menahan tekanan tanah horizontal (lateral) dan memberikan dukungan struktural pada tanah timbunan, sehingga mencegah terjadinya longsor.

Dalam konteks perbaikan infrastruktur Bendung Talang, dua jenis sheet pile utama beton dan baja memiliki karakteristik berbeda terkait kekuatan, durabilitas, dan biaya. Penggunaan program komputer seperti Plaxis memungkinkan analisis stabilitas tanah yang efektif dengan mempertimbangkan berbagai faktor teknis dan struktural. Program ini dapat membantu dalam menganalisis keamanan lereng dan menentukan metode perkuatan yang paling sesuai.

Studi ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas sheet pile beton dan baja dalam proyek perbaikan Bendung Talang. Pemilihan material yang tepat akan mempengaruhi faktor keamanan dan efisiensi biaya, serta memastikan keberlangsungan fungsi bendung dalam mendukung pengelolaan air dan mitigasi banjir. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam menentukan solusi optimal untuk stabilitas Bendung Talang di masa depan, sehingga mendukung pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan di Indonesia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Turap yang juga dikenal dengan istilah wall pie adalah dinding vertical yang relative tipis yang berfungsi untuk menahan tanah dan mencegah masuknya air ke dalam lubang galian. Menurut (Hardiyatmo, 2002) turap digunakan dalam berbagai proyek, termasuk dinding penahan tanah, bendungan elak, bangunan di pelabuhan, tebing galian sementara yang sederhana dan biaya pelaksanaannya yang terjangkau. Jika tanah yang akan ditahan dangkal, turap kantilever cukup memadai. Namun, turap berjangkar perlu digunakan jika tanah yang ditahan sangat dalam.

Menurut Manurung (2016) terdapat dua kategori penyebab longsor lereng yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Dampak yang diakibatkan oleh peningkatan gaya geser tanah yang sesuai dikenal sebagai dampak eksternal. Misalnya, penggalian tanah yang semakin dalam dan erosi sungai atau aktivitas manusia yang mempertajam kemiringan tebing. Kemudian faktor internal seperti peningkatan tekanan air pori di dalam lereng atau adanya peristiwa gempa bumi.

Nilai modulus young menggambarkan elastisitas tanah, yang merupakan perbandingan antara tegangan yang terjadi dengan regangan. Nilai ini dapat diperoleh dari Triaxial test. Dengan menggunakan data dari uji sondir, boring, dan grafik triaxial, nilai elastisitas tanah (E_s) dapat dihitung.

Kuat geser tanah melibatkan dua variabel utama: kohesi dan sudut geser dalam. Sudut geser dalam adalah sudut yang terbentuk dari hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser dalam material tanah atau batuan. Kedua parameter ini, yaitu sudut geser dalam dan kohesi, menentukan kekuatan tanah terhadap tegangan yang bekerja, seperti tekanan lateral tanah. Nilai-nilai ini diperoleh melalui pengujian tanah menggunakan metode Direct Shear Test

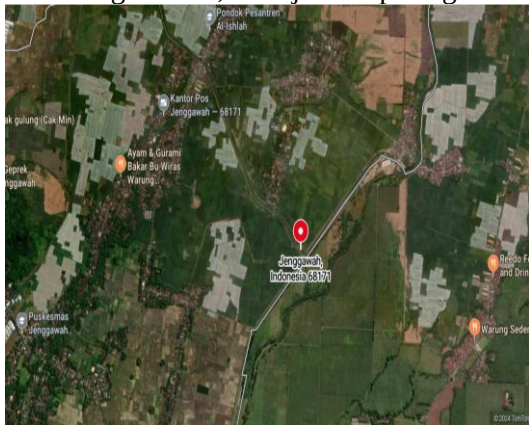
Plaxis adalah program analisis geoteknik yang dipilih karena kemampuannya dalam menganalisis stabilitas tanah dengan menggunakan metode elemen hingga yang dapat mendekati perilaku yang sebenarnya. Plaxis 8.6 menawarkan berbagai jenis analisis, termasuk analisis pergeseran, tegangan yang

terjadi pada tanah, faktor keamanan lereng, dan lainnya.

Model yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Mohr-Coulomb dengan pendekatan elastis-plastis. Model ini terdiri dari lima parameter utama seperti E (modulus elastisitas) dan μ (rasio poisson) untuk memodelkan elastisitas tanah, ϕ (sudut geser dalam) dan c (kohesi) untuk memodelkan plastisitas tanah, Ψ (sudut dilatasi) sebagai parameter tambahan. Selain kelima parameter ini, kondisi tegangan awal tanah juga sangat penting dalam mempengaruhi deformasi tanah. Tegangan horizontal awal tanah harus ditentukan terlebih dahulu dengan menentukan nilai K_0 (rasio tegangan horizontal terhadap tegangan vertikal) yang tepat.

3. METODE PENELITIAN

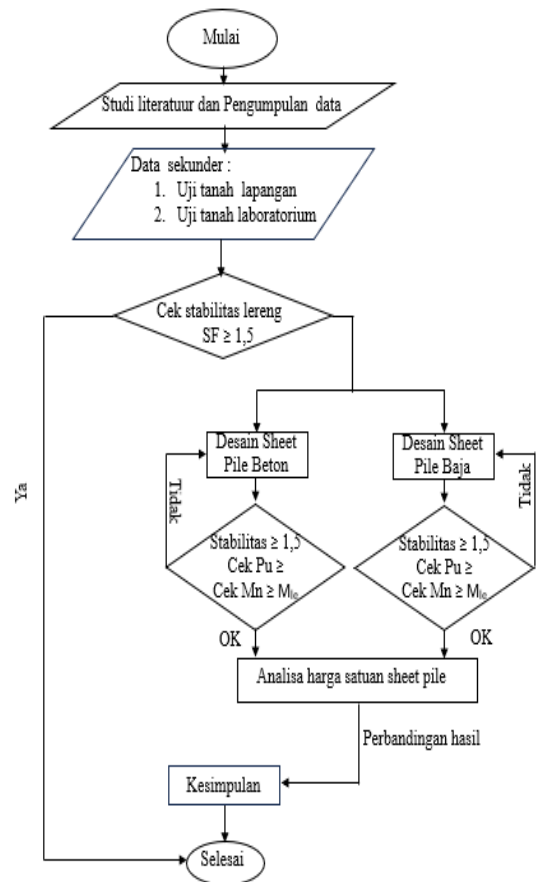
Metode penelitian ini menggunakan metode deskripsi kuantitatif dengan pendekatan program aplikasi plaxis dengan waktu penelitian selama satu bulan. Adpaun proyek Pembangunan Bendung talang yang berlokasi di Dusun Babatatan, Desa Jenggawah, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember yang ditinjau dari Google Earth, ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

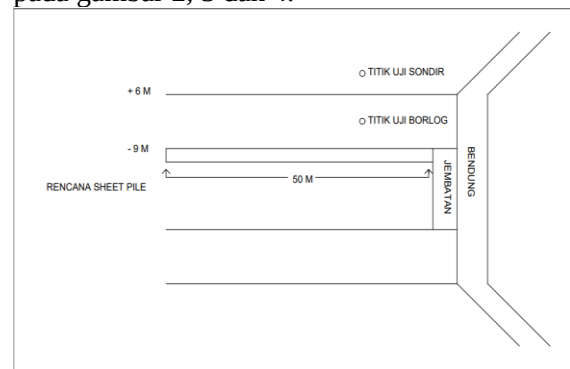
Sumber : Google Earth, 2024

Dalam penelitian ini data yang dikumpulkan berupa data sekunder yang dilakukan melalui kajian pustaka dan menggunakan data dari Laboratorium mekanika tanah universitas Muhammadiyah Jember. Berikut merupakan rincian dari diagram Rencana konsep penelitian yang ditunjukkan pada gambar 4.



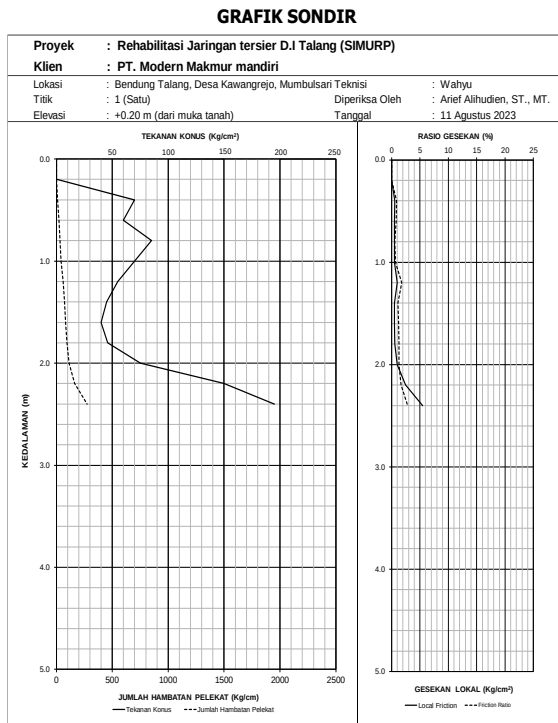
Gambar 4. Rencana Konsep Penelitian
Sumber : Data Penelitian, 2024

Data skunder yg dimaksud dalam penelitian ini berupa data geoteknik tanah yang diperoleh adalah data dari kajian tanah dan pengambilan sampel di lapangan di Bendungan Talan. Tempat uji dan hasil uji tanah yang diperoleh dari Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Muhammadiyah Jember tahun 2023 hasil dari Uji Sondir dan Bor log ditunjukkan pada gambar 2, 3 dan 4.



Gambar 2. Titik Lokasi Uji Sondir dan Borlog
Sumber : Autocad, 2024

Lampiran A.1 Pengujian Sondir



Gambar 3. Grafik Sondir
Sumber : *Soil Investigation Bending Talang*, 2023.

Client : PT. Modern Makmur Mandiri
Proyek : Rehabilitasi Jaringan tersier D.I Talang (SIMURP)
Lokasi : Bendung Talang, Desa Kawangrejo, Mumbulsari Kab. Jember
Tenaga Ahli : Arif Alhudien ST. MT

No.	Sampel	Keterangan	Titik	Kedalaman	Hasil	Satuan
1		Sudut Geser ϕ	1 (+ 3,32 m dari dasar sungai)	2,40 m - 2,80 m	59	°
		Unconfined (cc)			0.11	kg/cm ²
		Analisa Saringan				
		Gravel			40.18	%
		Sand			57.1	%
		Silt			0.24	%
2		Clay	2 (+ 3,55 m dari dasar sungai)	1,00 m - 2,00 m	2.48	%
		Sudut Geser ϕ			21	°
		Unconfined (cc)			0.11	kg/cm ²
		Analisa Saringan				
		Gravel			26.64	%
		Sand			70.64	%
3		Silt		2,00 m - 4,00 m	0.55	%
		Clay			2.17	%
		Sudut Geser ϕ			46	°
		Unconfined (cc)			0.11	kg/cm ²
		Analisa Saringan				
		Gravel			28.36	%
4		Sand		4,00 m - 6,00 m	69.36	%
		Silt			0.37	%
		Clay			1.91	%
		Sudut Geser ϕ			51	°
		Unconfined (cc)			0.11	kg/cm ²
		Analisa Saringan				
5		Gravel		6,00 m - 8,00 m	26.08	%
		Sand			72.28	%
		Silt			0.02	%
		Clay			1.62	%
		Sudut Geser ϕ			42	°
		Unconfined (cc)			0.11	kg/cm ²
6		Analisa Saringan		8,00 m - 10,00 m		
		Gravel			32.36	%
		Sand			64.64	%
		Silt			0.12	%
		Clay			2.88	%
		Sudut Geser ϕ			49	°
		Unconfined (cc)			0.11	kg/cm ²
		Analisa Saringan				
		Gravel			24.4	%
		Sand			74.08	%
		Silt			0.62	%
		Clay			0.9	%

Gambar 4. Data Borlog
Sumber : *Soil Investigation Bending Talang*, 2023

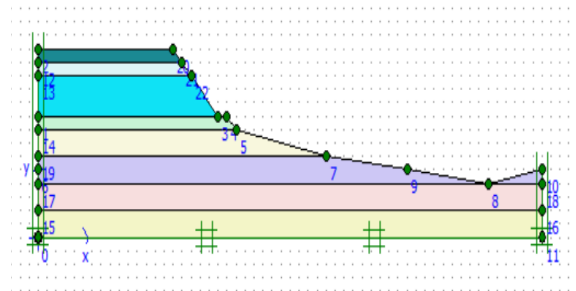
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Stabilitas Lereng Asli

Dalam menganalisis stabilitas lereng asli terbagi menjadi lima tahap dimulai dari pemodelan, pembuatan jaring elemen, perhitungan tegangan awal, tahap perhitungan analisis (*calculation*), dan hasil output dari program aplikasi plaxis yang akan dijelaskan pada point berikut ini.

a. Pemodelan Lereng Asli Menggunakan Program Plaxis

Pada tahap pemodelan, semua parameter tanah yang diperoleh dari uji sondir dan boring dimasukkan ke dalam program Plaxis untuk menentukan stabilitas lereng asli. Input untuk pemodelan lereng asli ditampilkan pada Gambar 5 berikut.

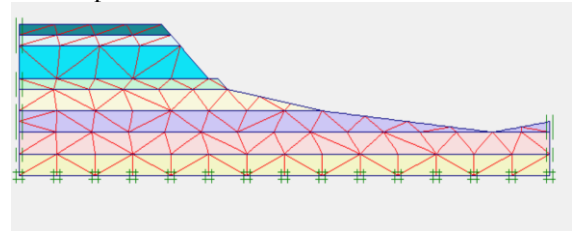


Gambar 5. Pemodelan Lereng Asli

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

b. Pembuatan Jaring Elemen

Kemudian setelah kondisi batas diterapkan pada model, untuk berikutnya adalah membagi geometri menjadi beberapa elemen imajiner melalui proses meshing. Susunan jaring elemen yang dibuat dalam program aplikasi Plaxis dilihat pada Gambar 6.



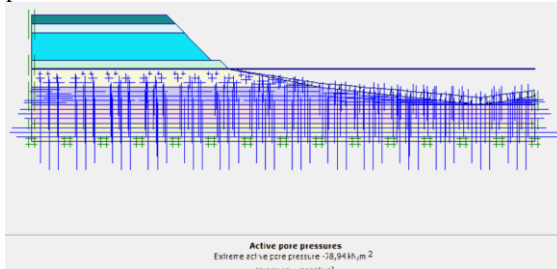
Gambar 6. Jaring-jaring Elemen

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

c. Perhitungan Tegangan Awal

Pada fase perhitungan tegangan, perhitungan dilakukan dengan pendekatan plastis dengan faktor pengali tanah 1. Proses menentukan beban gravitasi (*gravity load*) dan

hanya mempengaruhi struktur tanah dan batuan membentuk suatu lereng. Gambar distribusi tegangan dilihat pada gambar 7 dibawah. Gambar tersebut menunjukkan nilai tekanan pori aktif sebesar -78,94 kN/m².



Gambar 7. Perhitungan Tegangan Awal
Sumber : Hasil Penelitian, 2024

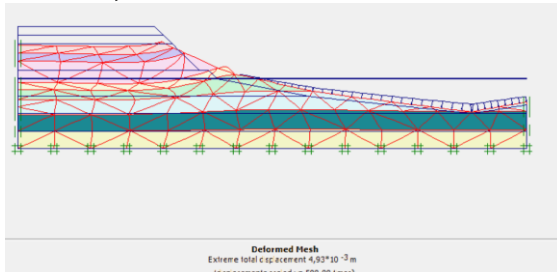
d. Tahap Calculation

Pada tahap perhitungan, selesai semua parameter tanah dimasukkan dan perhitungan awal di analisis, tahap perhitungan (calculation) dapat dilakukan. Tahap ini digunakan untuk melanjutkan perhitungan guna mendapatkan nilai faktor keamanan atau safety factor. Proses ini mencakup penginputan data dari berat sendiri hingga perhitungan lebih lanjut untuk menentukan nilai angka keamanan.

e. Hasil Output Program Plaxis

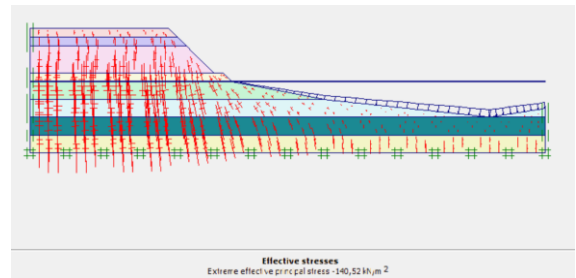
Setelah semua perhitungan dianalisis, langkah selanjutnya adalah menentukan besarnya pergeseran (displacement) dari keruntuhan lereng dan safety factor atau angka keamanan lereng. Hasil perhitungan analisis dengan program aplikasi plaxis dapat dilihat pada gambar-gambar berikut:

Hasil dari deformed mesh dapat dilihat pada gambar 8. Pada gambar tersebut, didapatkan nilai total displacement ekstrem sebesar $4,94 \times 10^{-3}$ m.



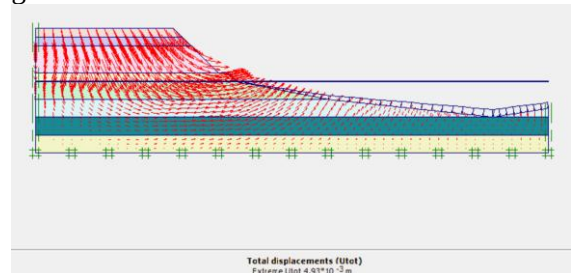
Gambar 8. Deformed Mesh Lereng Asli
Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Besarnya nilai effective stress sebesar -140,52 kN/m² seperti yang ditunjukkan pada gambar 9 dibawah ini.



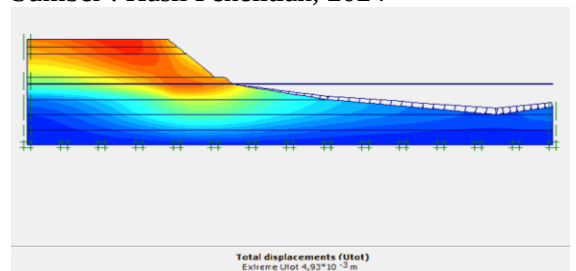
Gambar 9. Effective Stress Lereng Asli
Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Arah pergerakan dari lereng dan daerah potensial longsor dari lereng dapat dilihat pada gambar 10 dan 11 dibawah ini.



Gambar 10. Arah Pergerakan Tanah Lereng Asli

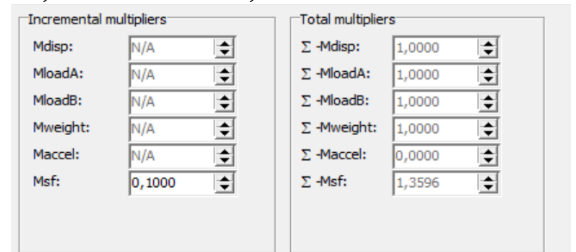
Sumber : Hasil Penelitian, 2024



Gambar 11. Daerah Potensial Keruntuhan Lereng Asli

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Besarnya angka keamanan atau safety factor, yang dapat dilihat dari gambar 12 berikut ini, adalah sebesar 1,35.



Gambar 12. Nilai Safety Factor
Sumber : Hasil Penelitian, 2024

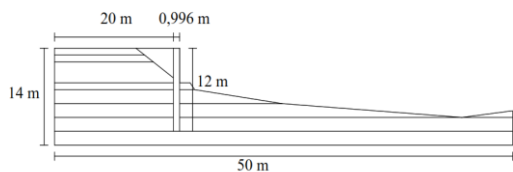
B. Analisis Stabilitas Sheet Pile Beton

Dalam menganalisis stabilitas lereng asli terbagi menjadi lima tahap dimulai dari

pemodelan, pembuatan jaring elemen, pergitungan tegangan awal, tahap perhitungan analisis (*calculation*), dan hasil output dari program aplikasi plaxis yang akan dijelaskan pada point berikut ini.

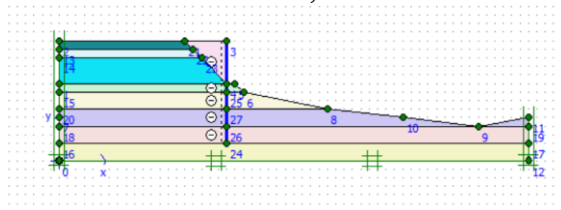
a. Pemodelan Sheet Pile Beton Menggunakan Program Plaxis

Pada tahap pertama dilakukan pemodelan, semua parameter hasil data geoteknik dimasukkan ke program plaxis untuk menentukan dan mengetahui keruntuhan yang dapat terjadi pada lereng. Kemudian dianalisis untuk kedalaman sheet pile beton yang tertanam pada tanah sedalam 6 meter. Input pemodelan sheet pile dengan kondisi batas dapat dilihat dari gambar 13 dan 14 berikut ini.



Gambar 13. Rencana Pemasangan Sheet Pile Beton

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

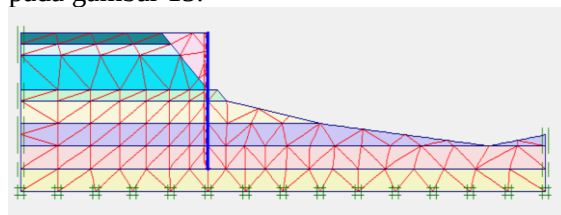


Gambar 14. Pemodelan Melintang Sheet Pile Beton Input Plaxis

Sumber : Hasil Analisis, 2024

b. Pembuatan Jaring Elemen

Kemudian kondisi batas diterapkan pada model, langkah berikutnya yaitu membagi geometri menjadi beberapa elemen imajiner melalui proses meshing. Susunan jaring elemen dalam program plaxis yang dibuat dapat dilihat pada gambar 15.

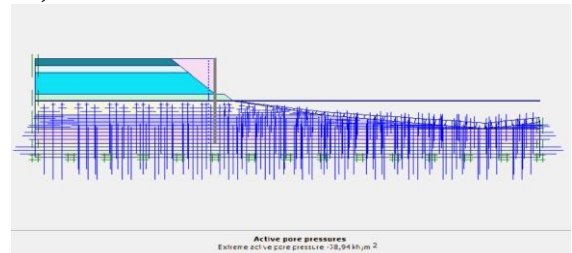


Gambar 15. Jaring-jaring Elemen

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

c. Perhitungan Tegangan Awal

Pada fase awal perhitungan tegangan, perhitungan dilakukan dengan pendekatan plastis dengan faktor pengali tanah 1. Proses ini dapat menentukan besar dari beban gravitasi (*gravity load*) dan mempengaruhi struktur tanah dan batuan membentuk lereng. Gambar distribusi tegangan dapat dilihat pada gambar 16 dibawah ini. Dari Gambar tersebut menunjukkan nilai tekanan pori aktif sebesar -78,94 kN/m².

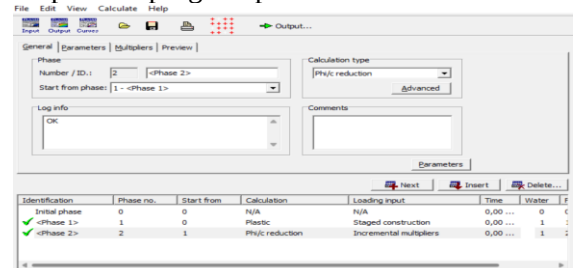


Gambar 16. Perhitungan Tegangan Awal

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

d. Tahap Calculation

Pada tahap perhitungan, kemudian semua parameter dimasukkan dan perhitungan awal dilakukan maka untuk tahap perhitungan (*calculation*) dilakukan. Gambar 17 menunjukkan proses ini untuk mendapatkan output dari program plaxis.



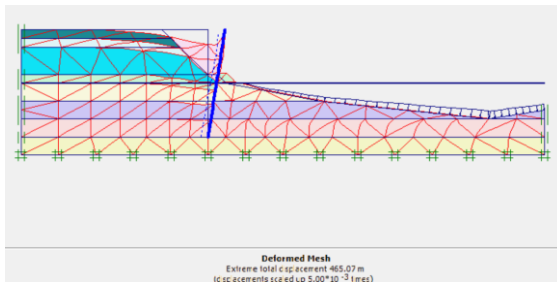
Gambar 17. Analisis Perhitungan Sheet Pile Beton

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

e. Hasil Output dengan Program Plaxis

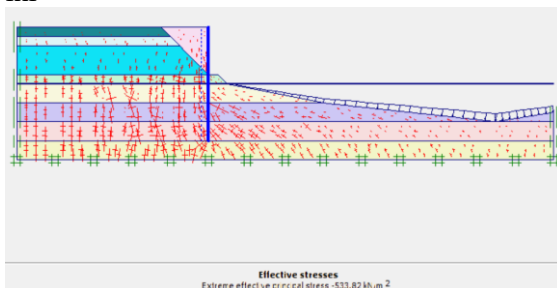
Setelah seluruh perhitungan dianalisis, langkah berikutnya adalah menentukan besarnya pergeseran (*displacement*) pada keruntuhan lereng dan safety factor atau angka keamanan lereng. Hasil dari perhitungan analisis dengan program aplikasi plaxis dapat dilihat pada gambar-gambar berikut.

Hasil dari deformed mesh dapat dilihat pada gambar 18. Didapatkan nilai total displacement ekstrem sebesar 465,07 m.



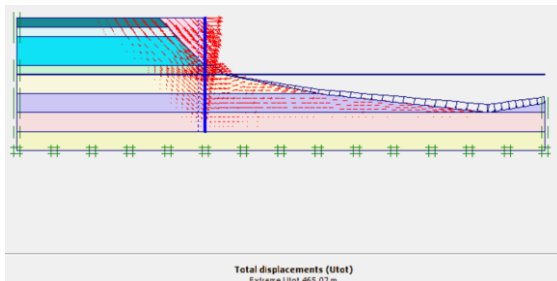
Gambar 18. Deformed Mesh Sheet Pile Beton
Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Besarnya nilai effective stress sebesar - 533,82 kN/m² seperti pada gambar 19 dibawah ini

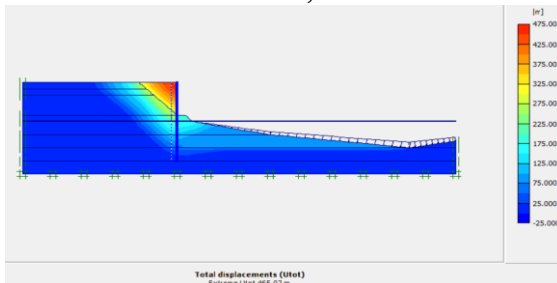


Gambar 19. Effective Stress Sheet Pile Beton
Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Arah pergerakan dan daerah potensial longsor dapat dilihat pada gambar 20 dan 21 dibawah ini.

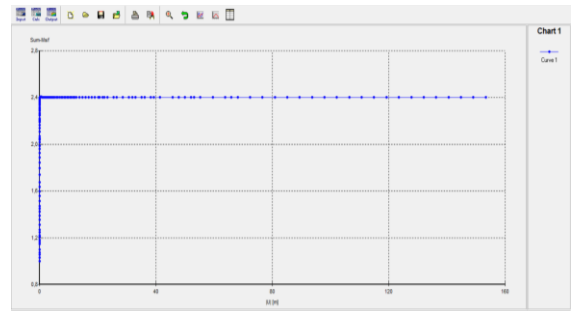


Gambar 20. Arah Pergerakan Tanah
Sumber : Hasil Penelitian, 2024

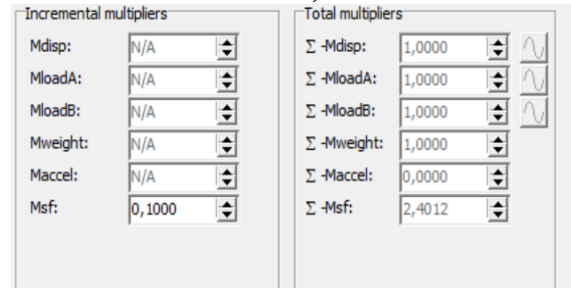


Gambar 21. Daerah Potensial keruntuhan
Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Besarnya angka keamanan atau safety factor yang dapat dilihat dari gambar 22 dan 23 berikut ini, didapatkan sebesar 2,15.



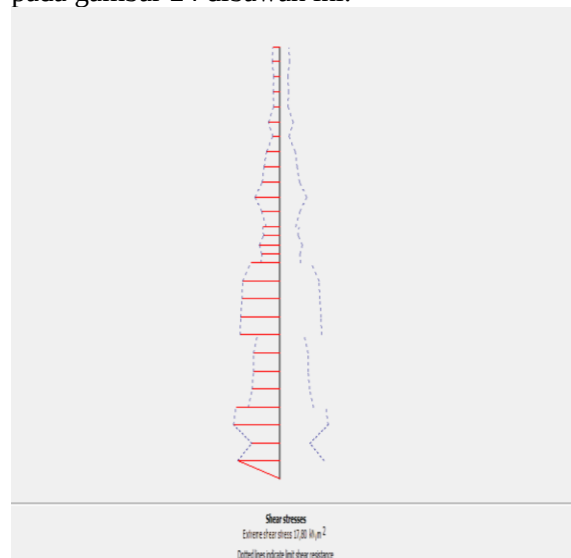
Gambar 22. Kurva Nilai Safety Factor
Sumber : Hasil Penelitian, 2024



Gambar 23. Nilai SF

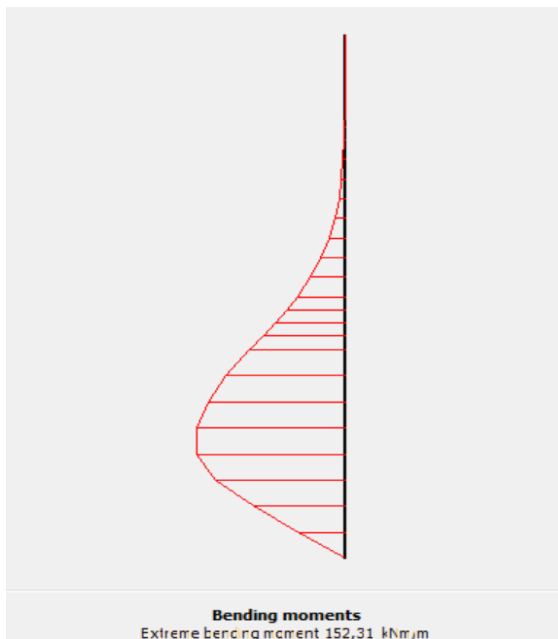
Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Besar tegangan geser atau shear stress yang terjadi sebesar 17,80 kN/m² yang dapat dilihat pada gambar 24 dibawah ini.



Gambar 24. Nilai Shear Stress Sheet Pile Beton
Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Hasil dari momen lentur yang terjadi pada penambahan sheet pile beton dengan kedalaman 10 meter sebesar 152,31 kN/m atau 15,5 ton.m. Dimana lebih kecil dari momen kapasitas sheet pile beton type W-350 yaitu sebesar 17.00 ton.m yang dapat dilihat dari gambar 25.



Gambar 25. Nilai Bending Moment Sheet Pile Beton

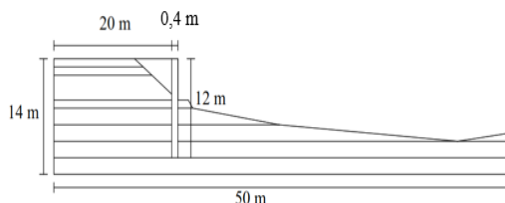
Sumber : Hasil Penelitian, 2024

C. Analisis Stabilitas Sheet Pile Baja

Dalam menganalisis stabilitas lereng asli terbagi menjadi lima tahap dimulai dari pemodelan, pembuatan jaring elemen, perhitungan tegangan awal, tahap perhitungan analisis (*calculation*), dan hasil output dari program aplikasi plaxis yang akan dijelaskan pada point berikut ini.

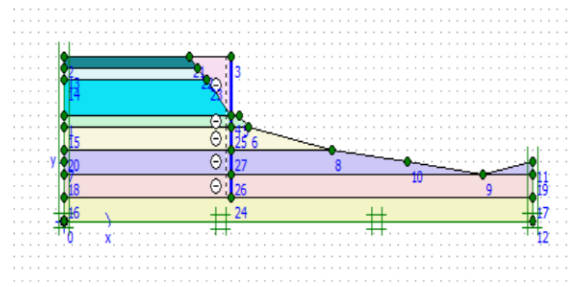
- a. Pemodelan Sheet Pile Beton menggunakan program plaxis

Pada tahap pemodelan, seluruh data parameter dimasukkan ke dalam program plaxis untuk menganalisis keruntuhan yang terjadi pada lereng tersebut. Kemudian, dilakukan analisis untuk menentukan kedalaman sheet pile baja yang harus tertanam sedalam 6 meter. Input pemodelan sheet pile baja dapat dilihat pada gambar 24 dan 25 berikut.



Gambar 24. Rencana Pemasangan Sheet Pile Baja

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

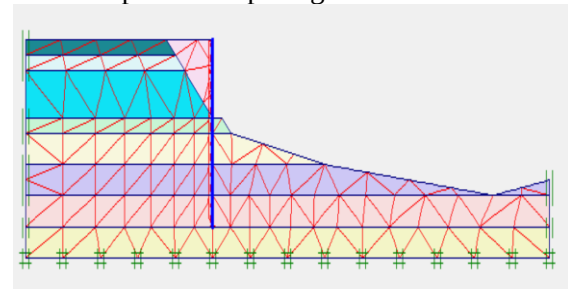


Gambar 25. Pemodelan Melintang Sheet Pile Baja Input Plaxis

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

- b. Pembuatan Jaring Elemen

Setelah kondisi batas telah diterapkan pada model, langkah selanjutnya adalah membagi model geometri menjadi beberapa elemen imajiner melalui proses meshing. Susunan jaring-jaring elemen dalam program plaxis yang dibuat dapat dilihat pada gambar 26.

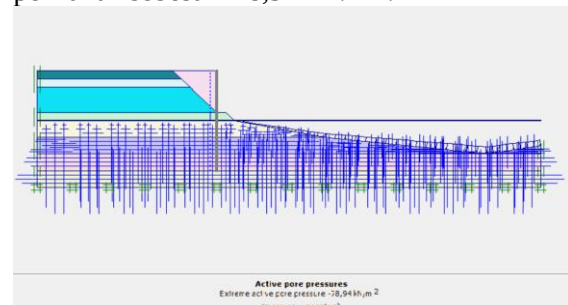


Gambar 26. Jaring-jaring Elemen

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

- c. Perhitungan Tegangan Awal

Pada fase awal perhitungan tegangan, perhitungan dilakukan dengan pendekatan plastis dengan faktor pengali tanah 1. Proses ini disebut beban gravitasi (*gravity load*) dan hanya mempengaruhi struktur tanah dan batuan membentuk lereng. Gambar distribusi tegangan dapat dilihat pada gambar 27 dibawah ini. Gambar tersebut menunjukkan nilai tekanan pori aktif sebesar -78,94 kN/m².

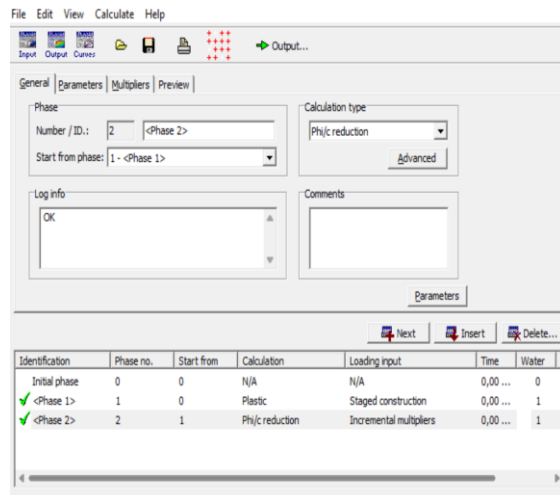


Gambar 27. Perhitungan Tegangan Awal

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

d. Tahap calculation

Pada tahap perhitungan, kemudian semua parameter dimasukkan dan perhitungan awal dilakukan maka untuk tahap perhitungan (calculation) dilakukan. Gambar 28 menunjukkan proses ini untuk mendapatkan output dari program plaxis.

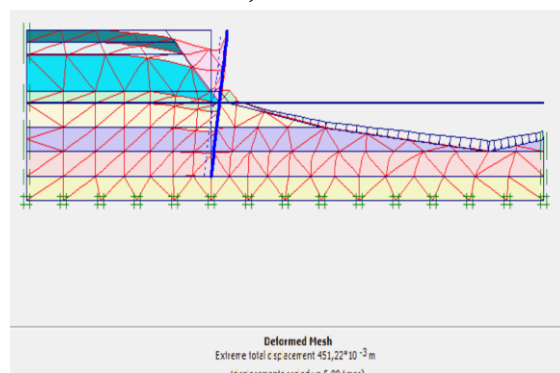


Gambar 28. Analisis Perhitungan Sheet Pile Baja

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

e. Hasil Output dengan Program Plaxis

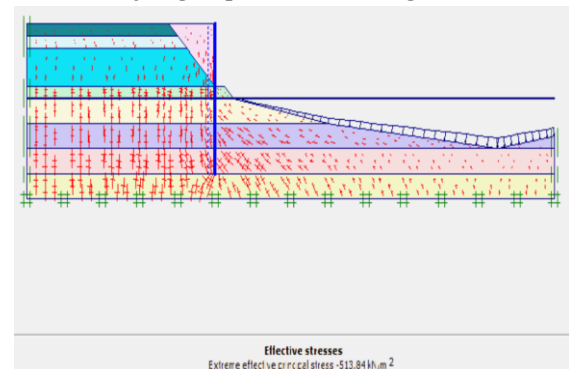
Setelah seluruh perhitungan dianalisis, langkah berikutnya adalah menentukan besarnya pergeseran (displacement) pada keruntuhan lereng dan safety factor atau angka keamanan lereng. Hasil dari perhitungan analisis dengan program aplikasi plaxis dapat dilihat pada gambar-gambar berikut. Nilai deformed mesh dapat dilihat pada gambar 29, dimana didapatkan nilai total displacemen ekstrem sebesar $451,22 \times 10^{-3}$ m.



Gambar 29. Deformed Mesh Sheet Pile Baja

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

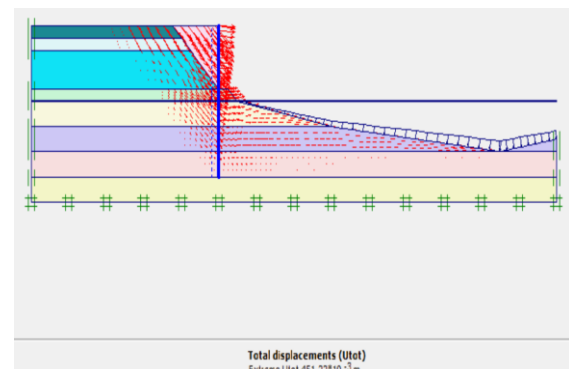
Besarnya nilai effective Stress yang terjadi pada pemodelan sheet pile baja sebesar $-513,84 \text{ kN/m}^2$ yang dapat dilihat dari gambar 30.



Gambar 30. Effective Stress Sheet Pile Baja

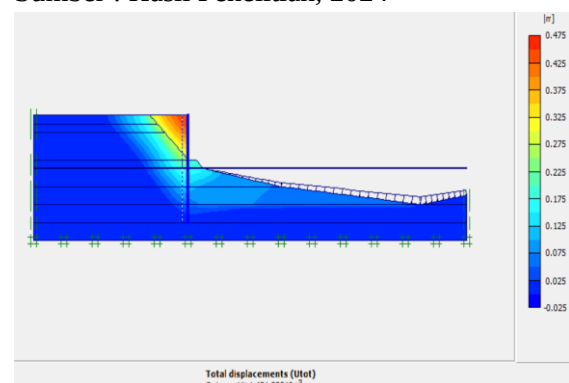
Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Arah pergerakan dan daerah potensial longsor dapat dilihat pada gambar 31 dan 32 dibawah ini.



Gambar 31. Arah Pergerakan Tanah

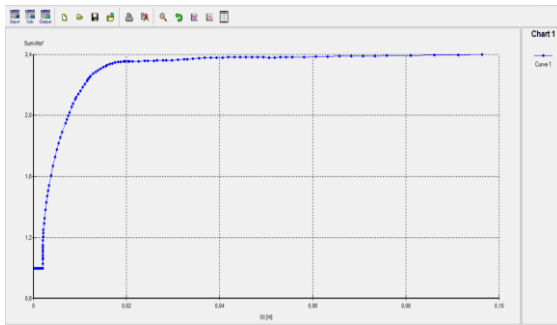
Sumber : Hasil Penelitian, 2024



Gambar 32. Daerah Potensial Keruntuhan

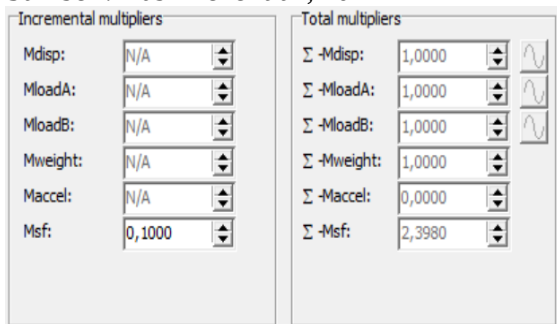
Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Besarnya angka keamanan atau safety factor dapat dilihat pada gambar 33 dan 34. Dari gambar tersebut, didapatkan angka keamanan sebesar 2,39.



Gambar 33. Kurva Nilai Safety Factor

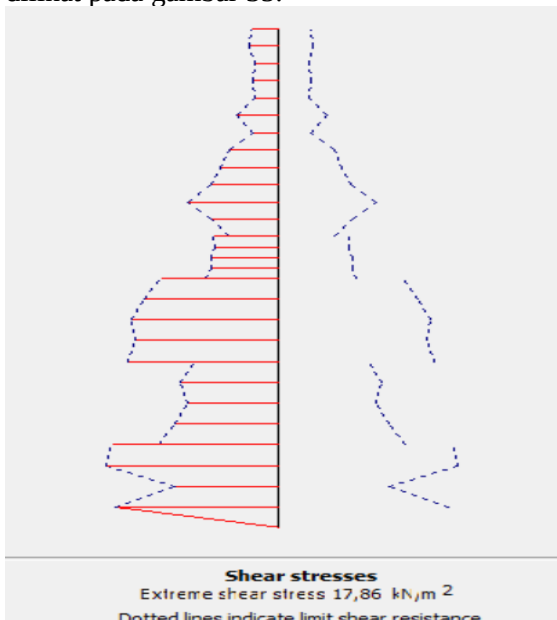
Sumber : Hasil Penelitian, 2024



Gambar 34. Nilai SF

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Dari hasil input data parameter dan kedalaman sheet pile baja didapatkan nilai tegangan geser sebesar 17,86 kN/m² yang dapat dilihat pada gambar 35.

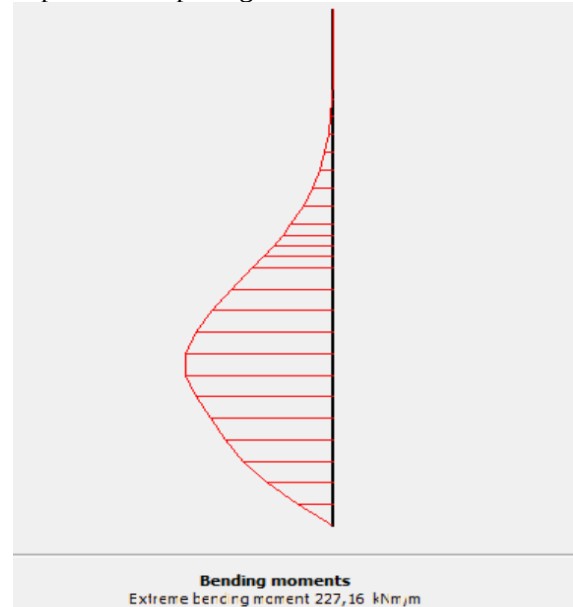


Gambar 35. Nilai Shear Stress Sheet Pile Baja

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Hasil dari momen lentur yang terjadi pada penambahan sheet pile beton dengan kedalaman 10 meter sebesar 227,16 kN/m atau

25,53 ton.m. Dimana lebih kecil dari momen kapasitas sheet pile baja type GPZ 5-850 yaitu sebesar 228,15 kN/m atau 25,65 ton.m yang dapat dilihat pada gambar 36.



Gambar 36. Nilai Bending Moment Sheet Pile Baja

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

D. Analisis Kebutuhan dan Biaya

Untuk menentukan sheet pile yang akan dipasang, panjang area yang akan dipasang sheet pile dibagi dengan lebar masing-masing sheet pile. Dari perhitungan ini, jumlah sheet pile yang dibutuhkan dapat ditemukan.

1. Menentukan kebutuhan sheet pile beton

P = Jarak tanah yang akan di pasang sheet Pile (50 m)

W = Lebar sheet pile yang akan dipasang (0,996 m)

N = Jumlah Sheet pile yang dibutuhkan

Type = CSP W.350.1000 kelas A

Harga satuan = Rp. 885.000/meter

Mengacu pada rumus

N = p/w

N = $50/0,996$

= 50,20 (dibulatkan 51 batang)

Corrugated sheet pile diproduksi oleh produsen pracetak dengan desain campuran (mix design) yang telah ditentukan, sehingga konsumen perlu melakukan pemesanan sesuai kebutuhan. Harga untuk corrugated sheet pile tipe W-350 adalah Rp. 885.000 per meter. Biaya

yang diperlukan untuk 51 batang sheet pile, dengan panjang per batang 12 meter adalah sebesar Rp. 541.620.000,-.

2. Menentukan jumlah sheet pile baja

- P = Jarak tanah yang akan di pasang sheet Pile (50 m)
W = Lebar sheet pile yang akan dipasang (0,4 m)
N = Jumlah Sheet pile yang dibutuhkan
Type = GPZ 5-850
Harga satuan = Rp. 5.800.000/ batang
Mengacu pada rumus
N = p/w
N = $50/0,4$
= 125 (dibulatkan 125 batang)

Steel sheet pile diproduksi oleh produsen dengan mutu yang telah ditentukan, sehingga konsumen perlu melakukan pemesanan sesuai kebutuhan. Harga untuk steel sheet pile tipe GPZ 5-850 adalah Rp. 5.800.000 per meter. Biaya yang diperlukan untuk 50 meter steel sheet pile adalah sebesar Rp. 725.000.000,-.

E. Perbandingan Hasil

Dari hasil analisis dari program plaxis dan analisis kebutuhan dan biaya dapat ditarik perbandingan yang ditunjukkan pada table 1.

Tabel 1. Perbandingan Hasil

Parameter	Lereng Asli	Sheet Pile Beton	Sheet Pile Baja
Type	-	W - 350	GPZ 5-850
Plaxis	SF = 1,35 ≤ 1,5	SF = 2,4 ≥ 1,5	SF = 2,39 ≥ 1,5
Tegangan Geser	-	17,80 kN/m ²	17,86 kN/m ²
Sheet pile yang harus tertanam	-	6 Meter	6 meter
Keterangan	tidak aman	Aman	aman
Momen lentur	-	15,5 ton.m	25,53 ton.m
Momen kapasitas (Mn)	-	17,00 ton.m	25,65 ton.m
Harga anjang sheet pile (m)	-	Rp. 850.000	Rp. 5.800.000
Kebutuhan (batang)	-	12	12
Jumlah	-	51	125
	-	Rp . 541.620.000	Rp. 725.000.000

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Dari tabel perbandingan hasil, didapatkan nilai faktor keamanan (SF) lereng asli sebesar 1,35. Hasil analisis meunjukkan bahwa angka keamanan lereng asli tidak memenuhi persyaratan yang ditetapkan, yaitu $SF \geq 1,5$. Oleh karena itu, diperlukan perkuatan lereng untuk mencapai standar keamanan yang diinginkan.

Perkuatan lereng saat menggunakan sheet pile beton menggunakan corugated sheet pile type W-350 dengan program plaxis didapatkan nilai SF =2,4. Nilai bending moments (momen lentur) didapatkan nilai 152,31 kN/m atau 15,5 ton.m dan tegangan geser sebesar 17,80 kN/m². Untuk kedalaman yang harus tertanam yaitu 6 meter.

Sedangkan untuk perkuatan lereng menggunakan sheet pile baja dengan type GPZ 5-850 didapatkan nilai SF =2,39. Nilai bending moment (momen lentur) sebesar 227,16 kN/m atau 25,53 ton.m dan tegangan geser sebesar 17,86 kN/m² dengan kedalaman sheet pile baja yang harus tertanam didalam tanah sedalam 6 meter.

Dalam menganalisis kedalaman sheet pile beton yang harus tertanam agar bisa menembus lapisan tanah perlu membandingkan kapasitas axial (P') dengan daya dukung tanah (Q_{tot}).

Kapasitas Axial

$$P' = 0,2 \times f' \times c \times A_g$$

$$P' = 0,2 \times 35 \times 2968000$$

$$P' = 2,1 \times 10^7 \text{ N}$$

$$P' = 2,1 \times 10^4 \text{ kN}$$

$$P' = 210 \text{ kN}$$

Daya dukung tanah (Q_{tot})

Daya dukung geser (Q_s)

$$(Q_s) = f_s \times A_g$$

$$(Q_s) = 17,8 \times 2968000$$

$$(Q_s) = 52830400 \text{ N}$$

Daya dukung pile tip (Q_p)

$$(Q_p) = c \times A_p$$

$$(Q_p) = 5,56 \times 2968000$$

$$(Q_p) = 16502080 \text{ N}$$

Daya dukung total (Q_{tot})

$$(Q_{tot}) = Q_s + Q_p$$

$$(Q_{tot}) = 52830400 + 16502080 \text{ N}$$

$$(Q_{tot}) = 69332480 \text{ N}$$

$$(Q_{tot}) = 69,33 \text{ kN}$$

Dimana nilai dari kapasitas axial lebih besar dari pada nilai dari daya dukung tanah

tersebut. Dari analisis ini pemasangan sheet pile beton sepanjang 6 meter mampu menembus lapisan tanah keras.

Berdasarkan analisis lereng asli, sheet pile beton dan sheet pile baja menggunakan program plaxis secara ringkas dapat dilihat pada tabel 1.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan yang telah diuraikan diatas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk nilai safety factor lereng asli sebesar 1,35. Untuk sheet pile beton mendapatkan nilai safety factor sebesar 2,4. Sedangkan sheet pile baja didapatkan nilai safety factor sebesar 2,39.
2. Pada analisa plaxis yang telah dilakukan diketahui kedalaman sheet pile beton yang harus tertanam didalam tanah sebesar 6 meter. Sedangkan untuk sheet pile baja sendiri tertanam sedalam 6 meter.
3. Berdasarkan analisa kebutuhan sheet pile dan harga satuan sheet pile, di dapatkan kebutuhan untuk sheet pile beton sebanyak 51 batang dengan harga Rp. 885.000 per meter dengan total Rp. 45.135.000. sedangkan untuk sheet pile baja di dapatkan kebutuhan sheet pile sebanyak 125 batang dengan harga Rp. 5.800.000 per meter dengan total Rp. 725.000.000. Dari perbedaan tersebut sheet pile beton memerlukan biaya yang lebih sedikit dibanding dengan sheet pile baja dengan selisih Rp. 183.380.000,- jadi penggunaan sheet pile beton lebih efektif dari pada menggunakan sheet pile baja.

B. Saran

Variasi type sheet pile beton dan baja menggunakan tipe yang lain selain tipe yang telah dilakukan analisis sebelumnya, dengan menggunakan panjang sheet pile yang sama atau lebih panjang dengan perkuatan angker.

6. DAFTAR PUSTAKA

Alihudien, A., Priyono, P., & Irawati, I. 2023. Analisis Settlement Embakment Dengan Metode Analitis Pembangunan Rumah Susun Pondok Pesantren Nurul

Qarnain. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 8(1), 53-59

Alihudien, A., Suhartinah, S., & Warnana, D. D. 2018. Analysis of soil liquefaction potential in Puger coastal area, Jember Regency, East Java using CPT. *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1977, No. 1).

Budiasih, T., Alihudien, A., & Ahmad, H. H. 2023. Analisis pengaruh Batas Cair dan Angka Pori Terhadap Indeks Pemampatan Primer (Studi Kasus: Tanah Lempung di Kranjangan, Kabupaten Jember). *Jurnal Smart Teknologi*, 4(6), 827-833.

Hardiyanto, D. 2023. Evaluasi Stabilitas Tanah dan Perkuatan Struktural. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(2), 260-275.

Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah 1*. Beta Offset, : Yogyakarta.

Hazzar, L., & Karim, M. R. 2020. *Comparison of Steel and Concrete Sheet Piles in Hydraulic Structures*. *Journal of Civil Engineering and Management*, 26(7), 599-608.

Manurung, R. K. 2016. Analisis Stabilitas Lereng Berdasarkan Hujan 3 Hari Berurutan di Das Tirtomoyo (Studi kasus Desa Damon, Hargorejo, Wonogiri). *Jurnal Matriks Teknik Sipil*. 4(1).97-105

Priyono, P., & Alihudien, A. 2024. Metode Analisis Interaksi Tanah Struktur yang Diusulkan dengan Pertimbangan Respon Elastis Tanah: Metode Analisis Interaksi Tanah Struktur yang Diusulkan dengan Pertimbangan Respon Elastis Tanah. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 9(1).

Yanuar, S. F., Ahmad, H. H., & Dewi, I. C. 2023. Analisa Biaya Pekerjaan Pemancangan CCSP di Hulu Bendung Talang, Kabupaten Jember. *Jurnal EXTRAPOLASI*. 21(1). P-ISSN, 1698, 8259.