



Analisis *Safety Factor* Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP) Pada Pekerjaan Pengaman Tanggul Sungai Bogowonto Hilir Dengan Software Plaxis

Rakhmad Cahyana

21914020@student.uui.ac.id

Universitas Islam Indonesia

Edy Purwanto

855110101@uui.ac.id

Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang Km. 14,5, Umbulmartani, Ngemplak, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta

Abstract. *Embankment design planning in flood control infrastructure development plays a crucial role in determining the construction form and function. Therefore, several structural design options are necessary. One type of embankment structure is an embankment with parapet walls and Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP) reinforcement. Therefore, based on this problem, a scientific approach is needed to determine the appropriate embankment safety factor. One such scientific method is stability analysis using the Plaxis method. The results of this study for the stability (safety factor) using the Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP) method are 2,47.*

Keywords: CCSP, Plaxis, Safety.

Abstrak. Perencanaan desain tanggul dalam pembangunan infrastruktur pengendali banjir sangat berperan dalam menentukan bentuk konstruksi dan fungsinya, untuk itu, perlu adanya beberapa pilihan desain struktur. Salah satu jenis tipe struktur tanggul adalah tanggul dengan dinding parapet dan kekuatan *Corrugated Concrete Sheet Pile* (CCSP). Maka berdasarkan masalah tersebut, dibutuhkan suatu pendekatan ilmiah yang dapat digunakan sebagai metode untuk mengetahui angka *safety factor* tanggul yang tepat. Salah satu metode ilmiah dimaksud adalah analisis stabilitas dengan metode Plaxis. Hasil dari penelitian ini untuk stabilitas (*safety factor*) pada metode *Corrugated Concrete Sheet Pile* (CCSP) yaitu 2,47.

Kata kunci: CCSP, Plaxis, Safety.

LATAR BELAKANG

Kemajuan infrastruktur pada era globalisasi dan revolusi industri 4.0 memegang peranan sangat penting sebagai unsur pendukung berkembangnya suatu daerah. DIY Yogyakarta merupakan salah satu provinsi yang menjadi kawasan strategis nasional, oleh karena itu perlu penyediaan sarana dan prasarana yang dapat mendukung kegiatan perekonomian pada segala sektor.

Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak (BBWS SO) sebagai stakeholder pengelolaan DAS kepanjangan tangan Pemerintah Republik Indonesia berprakarsa untuk melakukan (1) pengurangan wilayah banjir dan terkena dampak, serta (2) pengamanan infrastruktur di wilayah terdampak banjir. Prakarsa ini diwujudkan dengan memberikan wewenang kepada SNVT Pelaksana Jaringan Sumber Air Serayu Opak melakukan

pembangunan infrastruktur pengendali banjir pada DAS Bogowonto yang mampu mengendalikan dampak banjir terhadap Kawasan tersebut. Di mana sasaran pada tahap ini difokuskan untuk bagian DAS Bogowonto yang juga terdefinisi sebagai Kawasan Strategis Nasional (KSN) Bandara YIA dan sekitarnya.

Pelaksanaan Pembangunan infrastruktur pengendali banjir pada DAS Bogowonto dihadapkan dengan adanya *redesign* terhadap metode yang akan digunakan. Pemilihan metode kerja yang akan diterapkan adalah *Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP)*. Diperlukannya analisa *safety factor* guna mengetahui kelayakan CCSP pada infrastruktur pengendali banjir pada DAS Bogowonto.

Maka berdasarkan masalah tersebut, dibutuhkan suatu pendekatan ilmiah yang dapat digunakan sebagai metode untuk mengetahui nilai *safety factor* pada metode CCSP. Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan penelitian untuk mengetahui nilai *Safety Factor* kekuatan tanggul Sungai menggunakan *Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP)* dengan *software* Plaxis.

KAJIAN TEORITIS

Faktor keamanan

Parameter yang dihasilkan dalam analisis stabilitas lereng adalah bentuk bidang keruntuhan dan faktor keamanan (FK), sedangkan untuk menaikkan kekuatan tanah maka lereng diperkuat dengan tiang sehingga lereng akan menjadi lebih stabil. Faktor keamanan digunakan untuk mengidentifikasi stabilitas lereng yang didefinisikan sebagai perbandingan antara kuat geser tanah (*shear strength*) dan tegangan geser (*shear stress*) yang bekerja pada masa tanah. Faktor keamanan dihitung dengan rumus berikut.

$$FK = \frac{\text{Shear Strenght}}{\text{Shear stress}}$$

Dengan:

FK > 1,2 menunjukkan lereng stabil;

FK < 1,2 menunjukkan lereng tidak stabil; dan

FK = 1,2 menunjukkan lereng dalam kondisi keseimbangan batas kritis.

Software Plaxis

Plaxis adalah salah satu program aplikasi komputer berdasarkan metode elemen hingga dua dimensi yang digunakan secara khusus untuk menganalisis deformasi dan stabilitas untuk berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik, seperti daya dukung tanah.

Kondisi sesungguhnya dapat dimodelkan dalam regangan bidang maupun secara *axisymetris*.

Program ini menerapkan metode antarmuka grafis yang mudah digunakan sehingga pengguna dapat dengan cepat membuat model geometri dan jaring elemen berdasarkan penampang melintang dari kondisi yang ingin dianalisis. Program ini terdiri dari empat buah sub-program yaitu masukan, perhitungan, keluaran, dan kurva.

Kondisi di lapangan yang disimulasikan ke dalam program *Plaxis* ini bertujuan untuk mengimplementasikan tahapan pelaksanaan di lapangan ke dalam tahapan pengerjaan pada program, dengan harapan pelaksanaan di lapangan dapat didekati sedekat mungkin pada program, sehingga respon yang dihasilkan dari program dapat diasumsikan sebagai cerminan dari kondisi yang sebenarnya terjadi di lapangan.

Program *Plaxis* adalah sebuah paket program yang disusun berdasarkan metode elemen hingga yang telah dikembangkan secara khusus untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas dalam bidang rekayasa geoteknik. Prosedur pembuatan model secara grafis yang mudah memungkinkan pembuatan suatu model elemen hingga yang rumit dapat dilakukan dengan cepat (Brinkgrave R.B.J, 2007), adapun model-model material dalam melakukan tahapan simulasi terhadap perilaku dari tanah, diantaranya sebagai berikut.

1. Model Linier Elastic.
2. Model Mohr Coulomb.
3. Model Jointed Rock.
4. Model Hardening soil.
5. Model Soft Soil.
6. Model Soft Soil Creep

METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini mengacu pada hasil penyelidikan tanah berupa *Bore Log* untuk menghitung analisis struktur bangunan yang akan digunakan. Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan *software* *Plaxis* untuk mengetahui nilai *safety factor*. Lokasi penelitian dilakukan di Proyek Pembangunan Sarana Pengendali Banjir Sungai Bogowonto dan Anak Sungainya (KSN YIA) (MYC) yang lokasinya berada di Sungai Bogowonto Hilir Sisi Kiri Ds. Jangkar, Kapanewon Temon, Kabupaten Kulon Progo,

Daerah Istimewa Yogyakarta dimana penelitian berfokus pada bangunan Tanggul pada *section* BG.6+50.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Perencanaan Tanggul dengan *Software Plaxis*.

Data-data yang diperlukan untuk *running* dengan *software* Plaxis sebagai berikut .

- a. Data Tanah
- b. Data Banjir
- c. Muka air banjir rencana *Desain Water Level (DWL)*
- d. Elevasi *Tanggul*
- e. Perhitungan Struktur

2. Menentukan data stabilitas dengan *software plaxis*

Proses pengolahan data penelitian setelah data di atas di temukan maka akan dimasukkan untuk diolah dengan *software plaxis* guna mendapatkan hasil stabilitas tanggul dan faktor keamanan.

3. Faktor keamanan tanggul rob dengan *software plaxis*.

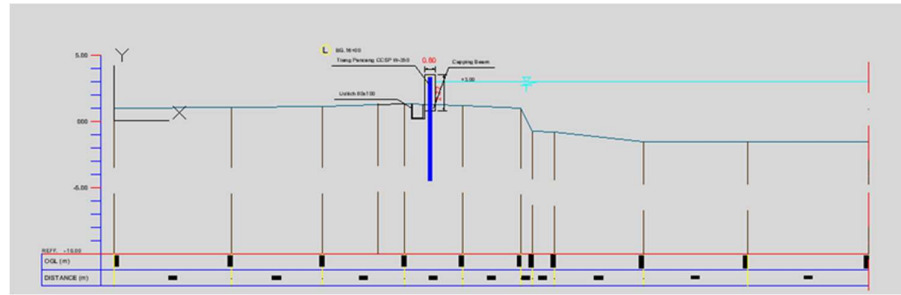
Faktor keamanan digunakan untuk mengidentifikasi stabilitas tanggul sebagai perbandingan hasil perhitungan stabilitas *Horisontal displacement* (Geser) dan *Vertikal Displacement* (Penurunan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis stabilitas dilakukan guna mengetahui apakah suatu bangunan aman atau tidak. Untuk dikatakan aman, maka nilai *safety factor (SF)* harus lebih dari atau sama dengan 1,5 ($SF \geq 1,5$).

Penggunaan tiang pancang CCSP W-350 dengan Panjang 8m, sebagai opsi pengganti dinding parapet, untuk perlindungan terhadap muka air banjir Sungai Bogowonto. Struktur CCSP ini akan ditambahkan *capping beam* beton di bagian atas untuk mencegah kebocoran pada saat terjadi banjir. Titik perhitungan stabilitas di Patok BGW. 6+50, sesuai dengan Titik sample pengambilan uji tanah dengan Bore hole I. Berikut Gambar 1.

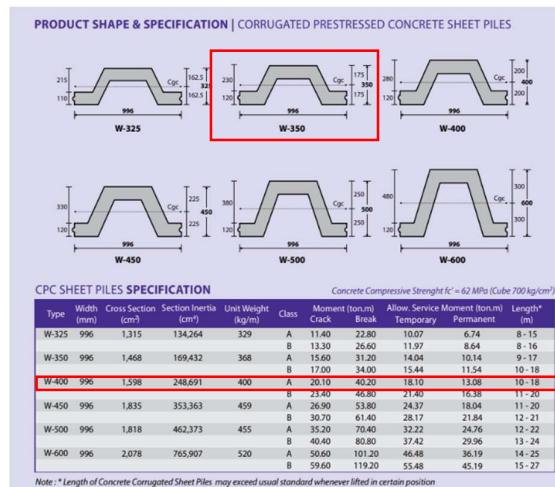
Gambar 1 Cross Section BGW. 6+50



Sumber: BBWS Serayu Opak (2024)

Berikut data teknis beberapa *type Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP)*, terlampir pada Gambar 2:

Gambar 2 Tabel Type CCSP



Sumber: BBWS Serayu Opak (2024)

Data properties tanah hasil test Bore Hole I (BG.16 Kiri, X: 393549.222 Y: 9128103.067). Berdasarkan data tanah tersebut maka dapat disusun *engineering properties* sebagai input didalam pemodelan stabilitas menggunakan program *plaxis*. *Soil engineering properties* pada BH-1 adalah seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Soil Engineering Properties BH-01

Kedalaman (m)	N-SPT	Jenis tanah	γunsat (kN/m ³)	γsat (kN/m ³)	Kx (m/hari)	Ky (m/hari)
0.0 - 3.2	2	pasir lempungan,	9.9	15.98	8.64E-01	8.64E-01
3.20-10.00	17	Pasir kasar	13.92	17.94	8.64E-03	8.64E-03

E (kN/m ²)	V	C (kN/m ²)	Ø (°)	Material Type	Material Model
30000	0.3	3.92268	25.76	Drained	Mohr Coulumb
50000	0.3	0	32.21	Drained	Mohr Coulumb

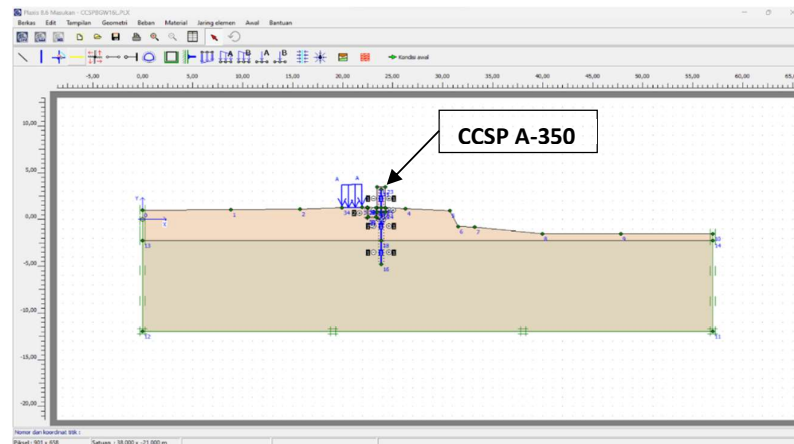
Sementara itu parameter material *Corrugated Concrete Sheet Pile* (CCSP) yang digunakan sebagai input data didalam program *plaxis* adalah seperti pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Engineering Properties Precast CCSP

Jenis Material	Material Model	EA (kN/m)	EI (kN/m ²)	d (m)	w	v
CCSP Tipe 350	Elastic	4.870.000	49.700	0,35	3,225	0,15

Sumber: BBWS Serayu Opak (2024)

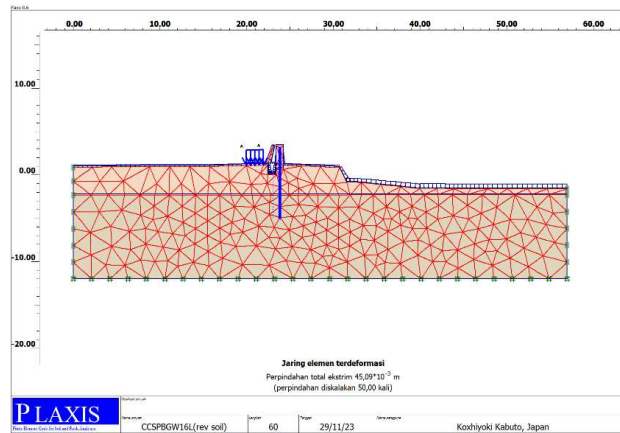
Selanjutnya berdasarkan data-data soil properties lapisan tanah hasil penyelidikan di BH-01 dan *engineering properties* struktur *Corrugated Concrete Sheet Pile* (CCSP) 8m tersebut diatas, dibuat gambar model grafis baik lapisan tanah, struktur *Corrugated Concrete Sheet Pile* (CCSP) dan Metode yang diterapkan didalam pelaksanaan sebagaimana terlihat pada Gambar 3 berikut:



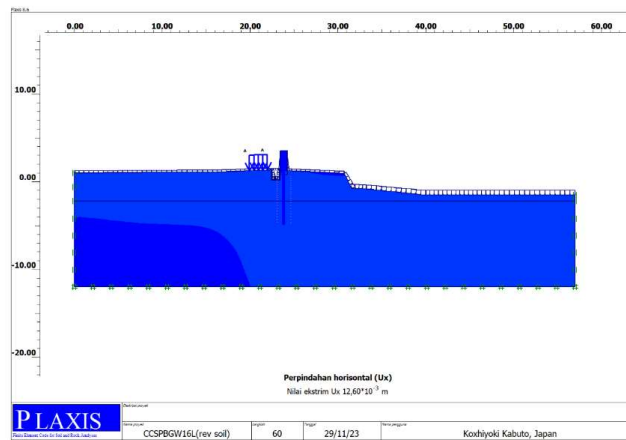
Gambar 3 Gambar Geometris Permodelan Plaxis 2 dimensi CCSP 8 m

Berikut terlampir *print out* secara *grafis* hasil analisis pemodelan *plaxis* untuk angka keamanan dan perpindahan elemen, terlampir pada gambar 4, 5, dan 6:

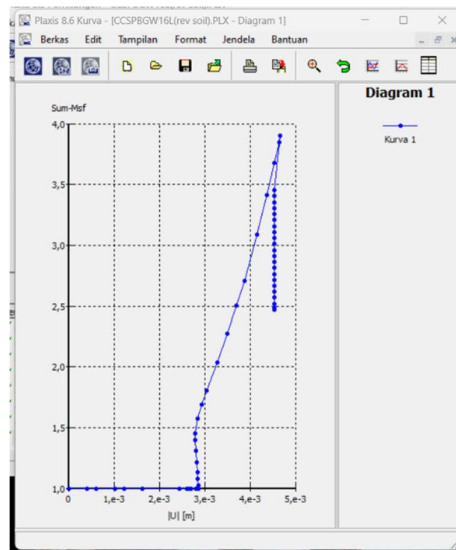
Analisis Safety Factor Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP) Pada Pekerjaan Pengaman Tanggul Sungai Bogowonto Hilir Dengan Software Plaxis



Gambar 4 Gambar Out put Perpindahan Total Ekstrim CCSP 8 m



Gambar 5 Output Analisis Plaxis Terhadap Perpindahan Horizontal CCSP 8 m



Gambar 6 Output Grafis History Safety Factor CCSP 8 m

Berdasarkan grafis tersebut nilai perpindahan total ekstrim tanah sebesar 45mm dan perpindahan horizontal adalah bangunan adalah 1.26 cm sedangkan angka keamanan sebesar 2,47. Dengan demikian dari sisi kaidah teknis konstruksi *Corrugated Concrete Sheet Pile* (CCSP) ini dinyatakan **Aman**. Berikut rekapitulasi hasil analisis permodelan CCSP 8m seperti tabel 5.9 berikut:

Tabel 3 Hasil analisis Permodelan CCSP 8m

Kriteria	Hasil Analisis
Perpindahan elemen ekstrim	45 mm
Perpindahan Horizontal	1,26 cm
Angka keamanan	2,47

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari analisis diatas, dapat disimpulkan bahwa Stabilitas (*safety factor*) pada metode *Corrugated Concrete Sheet Pile* (CCSP) termasuk pada kriteria aman yaitu 2,47 (lebih besar dari 1,2).

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang ingin disampaikan oleh peneliti

1. Dalam suatu perencanaan sebisa mungkin untuk mendetailkan item-item kerja berdasarkan urgensi. Jika perhitungan volume dilakukan secara teliti dan detail akan memudahkan dalam banyak hal dan mendapatkan hasil dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi.
2. Untuk penelitian selanjutnya yang sejenis dengan penelitian ini, dapat dilakukan perbandingan dengan metode kerja yang lain dan dapat dibandingkan hasilnya.

DAFTAR REFERENSI

- Adiasa, dkk. (2014). Evaluasi Penggunaan Beton Precast di Proyek Konstruksi. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(4), 126–134. <http://ejournals1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- Anagnostopoulos, dkk. (2007). *Using the fuzzy Analytic Hierarchy Process for selecting wastewater facilities at prefecture level*.
- Atibrata, A. (2020). *PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH JENIS CORRUGATED CONCRETE SHEET PILE (CCSP) PADA PEKERJAAN GALIAN APARTEMEN BENGAWAN MALANG*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Brinkgrave R.B.J. (2007). *PLAXIS 2D-Versi 8*. Delft University of Technology and

PLAXIS.

- Hardiyatmo. (2018). *Mekanika Tanah 2* (6th ed.). Gadjah Mada University Press.
- KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT. (2016). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 01/prt/m/2016 Tahun 2016 Tentang Tata Cara Perizinan Pengusahaan Sumber Daya Air dan Penggunaan Sumber Daya Air*.
- Kuntoro, W. (2023). *PEMANFAATAN FOTO UNTUK PENILAIAN KESELAMATAN PADA PEKERJAAN BLASTING*. Universitas Islam Indonesia.
- Ramadhan L,G. (2024). *Perencanaan Konstruksi Turap Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP) Pada Proyek Pembangunan Jalan Bypass Bil – Mandalika STA. 2+000*. Universitas Islam Indonesia.
- Nazir. (2014). *Metode Penelitian*. Ghalia Indonesia.
- Rahmadia, N., Muhyi, A. Al, & Prima, U. (2024). *Optimasi Penggunaan Beton Precast : Meningkatkan Keberlanjutan dan Kecepatan Konstruksi*. 14(01), 153–158.
- Sukandi. (2011). *Analisis Kestabilan Tanggul Penahan Luapan Lumpur Berdasarkan Deformasi Tanah Bawah Permukaan Tanggul Menggunakan Metode Elemen Hingga dan Aplikasi Plaxis*.
- Sosrodarsono,S. (1994). *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. PT Pradya Paramita.