

Kajian Penggunaan Pondasi Cerucuk Bambu Pada Groundsill Modular Diatas Tanah Lunak (Tuff) Di Sungai Cipamingkis Kabupaten Bogor
Study of the Use of Cerucuk Bamboo Foundations on Modular Groundsills on Soft Soil (Tuff) in the Cipamingkis River, Bogor Regency

Dwi Utari¹⁾, Nanang Saiful Rizal²⁾, Totok Dwi Kuryanto³⁾

Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : dwiutari13102000@gmail.com¹

Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : Nanangsaifulrizal@unmuhjember.ac.id²

Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : Totokdwikuryanto@unmuhjember.ac.id³

Abstrak

Sungai Cipamingkis merupakan salah satu sungai yang terletak di Provinsi Jawa Barat. Pemanfaatan Sungai Cipamingkis dilakukan melalui pembangunan check dam, standar, talud dan lain-lain. Namun beberapa bangunan di Sungai Cipamingkis terindikasi mengalami penurunan dikarenakan tanah lunak yang memiliki daya dukung sangat buruk sehingga menyebabkan kerusakan pada konstruksi, baik itu bangunan, jembatan atau bangunan air lainnya. Oleh karena itu perlu adanya penggunaan cerucuk bambu sebagai metode perkuatan tanah, dan mengetahui seberapa efektif cerucuk bambu menahan bangunan di atasnya. Adapun metode penelitian yang akan dilakukan yaitu menganalisa hidrologi, hidrolika sungai dan merencanakan variasi, panjang, jarak cerucuk bambu pada pondasi groundsill modular Berdasarkan hasil penelitian debit banjir rencangan pada Bendung Cipamingkis yang dipakai adalah kala ulang 50 tahun yaitu 748,1 m³/dtk, hasil analisis data menggunakan aplikasi HEC-RAS diketahui tinggi muka air sungai cipamingkis pada STA. Ho sebesar 133,15 m, STA. HI 1 sebesar 134,27 m, STA. HI 1+73 sebesar 134,30 m, HI 4+23 sebesar 134,38 m, STA. HI 4+63 sebesar 134,38 m, STA. HI 5 sebesar 134,38 m, dan hasil analisis *plaxis* mengalami penurunan pada jarak cerucuk 20 cm mengalami penurunan sebesar 0.34 m/hari yang mengalami titik keruntuhannya paling sedikit dengan SF 1,267.

Kata Kunci : Cerucuk Bambu, Daya Dukung, Hidrolika Sungai, *Plaxis*.

Abstract

*The Cipamingkis River is one of the rivers located in West Java Province. Utilization of the Cipamingkis River is carried out through the construction of check dams, standards, embankments and others. However, several buildings on the Cipamingkis River are indicated to be experiencing subsidence due to soft soil which has very poor bearing capacity, causing damage to construction, be it buildings, bridges or other water structures. Therefore, it is necessary to use bamboo cerucuks as a method of strengthening the soil, and to know how effectively bamboo cerucuks hold the buildings above them. The research method that will be carried out is analyzing the hydrology, hydraulics of the river and planning the variation, length and distance of the bamboo shoots on the modular groundsill foundation. Based on the research results of the design flood discharge at the Cipamingkis Dam used is a return period of 50 years, namely 748.1 m³/sec, the results Data analysis using the HEC-RAS application revealed the water level of the Cipamingkis River at STA. Ho of 133.15 m, STA. HI 1 is 134.27 m, STA. HI 1+73 is 134.30 m, HI 4+23 is 134.38 m, STA. HI 4+63 is 134.38 m, STA. HI 5 was 134.38 m, and the results of the *plaxis* analysis experienced a decrease at a distance of 20 cm, experiencing a decrease of 0.34 m/day, which experienced a collapse point of at least SF 1.267.*

Keywords: Bamboo Cerucuk, Carrying Capacity, River Hydraulics, *Plaxis*.

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai Cipamingkis merupakan sungai yang terletak di Jawa Barat dan mengalir melalui Kabupaten Bogor dan Kabupaten Bekasi. Upaya optimalisasi konservasi pemanfaatan Sungai Chipaminquis dilakukan melalui pembangunan bendungan, tiang pancang, tebing, dan lain-lain. Selain itu banyak jembatan juga dibangun..

Kendatipun terdapat bukti bahwa beberapa bangunan di sepanjang Sungai Cipaminquis telah kehilangan fungsinya bahkan rusak parah akibat rendahnya daya dukung tanah. Rusaknya bangunan mempercepat kerusakan topografi Sungai Cipaminkis sehingga membahayakan ekosistem di sekitarnya. Selain itu, tebing sungai di bagian hulu dan hulu Bendungan Chipaminkis relatif curam, dengan ketinggian berkisar ± 105 m hingga ± 900 m di atas permukaan laut. Oleh karena itu perbaikan tanah dengan seluc bambu perlu dilakukan.

Tujuan mengenai penelitian ini untuk mengetahui variasi, panjang dan jarak cerucuk bambu pada pondasi goundsill modular dan dapat meningkatkan daya dukung tanah tuff tanpa perkuatan tanah tuff di sekitar sungai Cipamingkis.

Maka dari itu di lakukan penelitian ini untuk mengetahui perbaikan lantai tufa dengan tiang pancang bambu, mempelajari pengaruh tiang pancang bambu, mengetahui perbedaan kekuatan tanah sebelum dan sesudah pemasangan tiang pancang bambu, dan memastikan bahwa tanah mampu menahan bangunan.

B. Rumusan Masalah

Maka rumusan masalah yang akan dibahas antara lain :

1. Berapa debit banjir yang berpengaruh terhadap groundsill di Sungai Cipamingkis?
2. Bagaimana ensistensi cerucuk bambu sebagai pondasi groundsill modular pada tanah Tuff?

C. Tujuan

Dengan memperhatikan latar belakang dan permasalahan yang terjadi maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui daya dukung tanah tanpa cerucuk dan dengan cerucuk.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan cerucuk bambu pada daya dukung tanah lunak di kawasan sungai cipamigkis.

D. Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberi informasi terbaru pada mahasiswa/mahasiswi Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.
2. Menambah wawasan dan pengalaman bagi mahasiswa/mahasiswi Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.

E. Batasan Masalah

Peneliti membatasi masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

1. Tidak menghitung RAB.
2. Topik yang di bahas hanya mengenai perbaikan daya dukung tanah lunak menggunakan cecucuk bambu.
3. Tidak memperhitungkan sedimentasi atau pendangkalan sungai.
4. Data yang dibutuhkan didapatkan dari data primer dan data sekunder.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Tanah

(Prof.Dr.Ir.H. Sarwono Hardjowigeno, M.Sc) berpendapat bahwa tanah adalah kumpulan benda-benda alam di permukaan bumi yang tersusun pada cakrawala, memiliki campuran bahan, bahan organik, air dan udara yang menjadimedia bagi pertumbuhan tanaman.

➤ Klasifikasi tanah

1. Tanah berbutir kasar, yaitu tanah berkerikil dan berpasir, yang kurang dari 50% total contoh tanahnya lolos saringan kedua.
2. Tanah berbutir halus, yaitu tanah yang lebih dari 50% sampel tanahnya lolos saringan 200.

3. Koefisien keseragaman (Cu) dan koefisien gradasi (Cc) tanah lolos saringan 0-12%.
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (IP) bagian tanah yang lolos saringan nomor 200. dari 40 (untuk tanah yang lolos 5% atau lebih melalui saringan nomor 200).

➤ **Stabilitas Tanah**

Bowles (1991) berpendapat, reaksi untuk menyeimbangkan tanah yaitu meningkatkan kepadatan tanah menambahkan zat inert untuk menambahkan kohesi dan ketahanan gesekan, menambahkan zat yang menyebabkan perubahan kimia dan fisika pada tanah, air tanah dan juga mengurangi drainase tanah (soil draining) dan mengganti tanah yang buruk.

B. Stabilitas Lereng

Metode umum untuk menghitung stabilitas suatu lereng adalah dengan menentukan nilai keamanan (F) dengan membandingkan momen yang dihasilkan oleh gaya-gaya yang bekerja.

$$F = \frac{\text{(Momen Penahan)}}{\text{(Momen Penggerak)}} = \frac{(R \cdot c \cdot L_{AC})}{(W \cdot y)}$$

dengan:

- F = Faktor Keamanan
- W = Berat tanah yang akan longsor (kN)
- LAC = Panjang Lengkungan (m)
- c = Kohesi (kN/m²)
- R = Jari bidang longsor yang ditinjau (m)
- y = Jarak pusat berat W terhadap O (m)
- F < 1,5, lereng tidak stabil
- F = 1,5, lereng dalam keadaan kritis. Artinya dengan sedikit tambahan momen penggerak maka lereng menjadi tidak stabil.
- F > 1,5, lereng stabil.

C. Sungai

Saluran panjang di atas tanah tempat air mengalir, disebut hujan, disebut saluran sungai.

➤ **Topografi Sungai Cipamingkis**

Laporan penelitian sebelumnya menemukan bahwa Sungai Cipamingkis berhulu di daerah yang termasuk pegunungan berlereng curam atau sangat curam di kawasan Puncak Jawa Barat, kemudian mengalir ke daerah yang termasuk sungai berkelok-kelok. Zona Perbukitan di

perbatasan utara Kabupaten Bogor. Menurut hierarki sungai, dimana Cipamingkis merupakan anak Sungai Cibeet, sungai tersebut mengalir di hilir Sungai Cibeet di Kabupaten Bekasi yang terletak di dataran pantai utara Jawa Barat. Berdasarkan peta topografi Indonesia skala 1:25.000 (halaman: Pangkalan, Jonggol, Dayeuhkaum, Cipanas dan Cisarua), aliran Sungai Cipamingkis dimulai dari puncak Gunung Kancana (1803 m.dpl).

D. Hidrologi

Hidrologi merupakan ilmu yang belajar tentang ketersediaan air di bumi (siklus air). Secara umum perhitungan analisa hidrologi meliputi :

1. Curah Hujan

Terdapat tiga cara yang berbeda-beda dalam menetapkan tinggi curah hujan rata-rata

a. Metode Rata – Rata Aljabar

Rumus yang digunakan :

$$d = (d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n) / n$$

Dengan:

d = tinggi curah hujan rata-rata

d₁, d₂, d₃, ... d_n = tinggi curah hujan pada pos penakar/pencatat 1,2,3 ... n

n = banyaknya pos penakaran/pencatatan

b. Metode *Polygon Thiessen*

Rumus yang digunakan:

$$d = \frac{(A_1 \cdot D_1 + A_2 \cdot D_2 + \dots + A_n \cdot D_n)}{(A_1 + A_2 + \dots + A_n)} \quad (2.2)$$

Dengan :

d = Curah hujan maksimum rata – rata (mm)

d_n = Curah hujan pada pos penakar (mm)

A_n = Luas daerah pengaruh pos penakar (km²)

A = Luas total DAS (km²)

c. Metode *Isohyet*

Rumus yang digunakan:

$$d = \frac{\frac{(d_1 + d_2)}{2} \times A_1 + \frac{(d_2 + d_3)}{2} \times A_2 + \dots + \frac{d_{(n-1)} + d_n}{2} \times A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Dengan:

d = Curah hujan rata – rata areal

A = Luas areal total (A₁ + A₂ + ... + A_n)

d₀, d₁, ..., d_n = Curah hujan pada Isohyet 0,1,2, ..., n.

2. Analisa Frekuensi

Parameter – parameter yang berhubungan :

a. Harga Rata-Rata (*Mean*)

$$X = \frac{\sum R_i}{n}$$

b. Standard Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (R_i - R)^2}{n-1}}$$

c. Koefisien Kemencengan (*Skewness*)

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)\sigma^3} \sum (R_i - R)^3$$

d. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)\sigma^3} \sum (R_i - R)^4$$

e. Koefisien Variasi

$$C_v = \frac{s}{x}$$

3. Uji Kesesuaian Distribusi

Pada uji ini yang diamati adalah nilai hasil perhitungan yang diharapkan.

a. Uji Chi Square/Uji Chi Kuadrat

Perhitungannya dengan menggunakan persamaan berikut :

$$X^2 = \sum_i^k \frac{(Of - Ef)^2}{Ef}$$

Dengan :

X^2 = Nilai Chi Square

K = Jumlah data

Of = Frekuensi yang dibaca pada kelas

Ef = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

b. Uji Smirnov Kolmogorof

Uji Smirnov Kolmogorof adalah uji distribusi terhadap penyimpangan data ke arah horizontal untuk mengetahui suatu data sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih atau tidak.

c. Koefisien Pengaliran (C)

Untuk menghitung debit banjir puncak, diperlukan data koefisien limpasan (*run off coefficient*). Koefisien limpasan ialah persentase banyaknya air yang bisa meluap melewati permukaan tanah dari jumlah total air hujan yang turun di kawasan.

d. Debit Banjir Rencana

Banjir disebabkan oleh jumlah air yang mengalir di sungai dengan satuan waktu melewati dari tampungan saluran sungai, sehingga menyebabkan limpasan. Debit banjir ialah aliran sungai yang memiliki notasi (m^3/dtk) pada saat terjadi banjir.

e. Metode HSS Nakayasu

Persamaan metode HSS Nakayasu adalah :

$$Q_p = \frac{C.A.R_o}{3,6.(0,3.T_p + T_{0,3})}$$

Dengan :

Q_p = Debit puncak banjir (m^3/dtk)

R_o = Hujan satuan (mm)

T_p = Tenggang waktu dari hujan sampai puncak banjir (jam)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

C = Koefisien pengaliran

E. Analisa Hidrolika

➤ Aliran Seragam Dan Tidak Seragam

Jika kecepatan aliran sepanjang saluran yang ditinjau tidak berubah, maka aliran dianggap seragam.

➤ Aliran Subkritis, Kritis, Dan Superkritis

Aliran bida diartikan kritis jika kecepatan aliran sama seperti kecepatan gelombang gravitasi juga amplitude kecil.

➤ Aliran Permanen Dan Tidak Permanen

Apabila kecepatan aliran saat suatu titik tidak ada berubah pada waktu, maka aliran itu dapat dikatakan aliran dengan sifat permanen atau konstan.

F. Groundsill (Ambang)

Groundsill (ambang) adalah bangunan yang dibangun di atas sungai untuk mencegah penurunan dasar sungai yang berlebihan.

G. Cerucuk Bambu

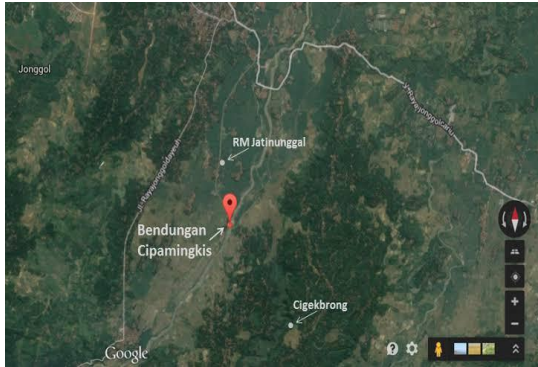
Fondasi Cerucuk adalah jenis pondasi yang sering digunakan untuk bangunan, jalan atau jembatan, terutama yang berada di daerah dengan tanah yang kurang stabil atau lunak, seperti rawa atau gambut.

Pada pemasangan tiang bambu pada tanah lunak, kuat geser seluruh tanah bertambah karena tiang bambu mengikis daerah longsor (permukaan geser), pemasangan tiang bambu d 12 cm jarak antar tiang bambu bertambah. Bila panjang lantai 40cm dan panjangnya 4-5m, maka daya tampung lantai mula-mula 0,25kg/cm² dan bertambah menjadi 0,50kg/cm².

3. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian kajian Goundsill Modular ini terletak di sungai Cipamingkis Kecamatan Jonggol Kabupaten Bogor, Jawa Barat.



Gambar 1 Peta Lokasi Groundsill Sungai Cipamingkis

Sumber : Hasil Gambar , 2022

B. Pengumpulan Data

Untuk melaksanakan kajian penelitian ini di butuhkan bebrapa data sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung. Data primer hanya meliputi data daya dukung tanah.

2. Data Sekunder

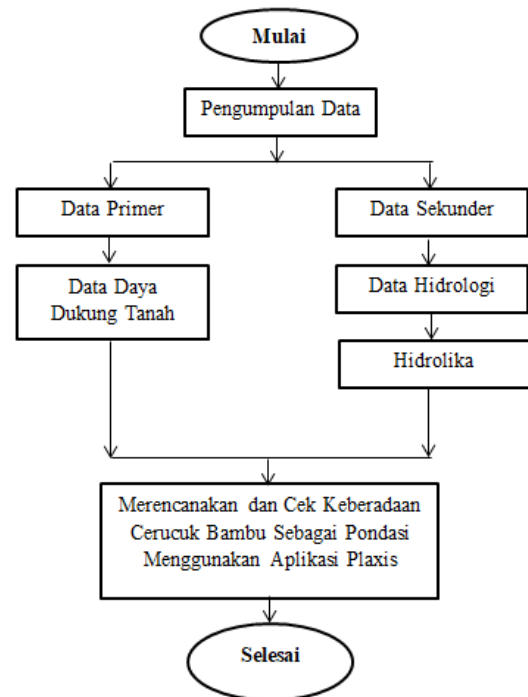
Data sekunder adalah data yang bersumber yang sudah ada. Data sekunder meliputi data hidrologi, data geologi tanah dan data tata guna lahan.

C. Tipe Penelitian

Jenis deskriptif yang digunakan dalam penelitian ini yaitu. analisis sistematis dan penyajian fakta untuk memfasilitasi kesimpulan. menarik kesimpulan dengan jelas berdasarkan data yang dianalisis, memeriksa situasi dan mengusulkan solusi alternatif untuk masalah berdasarkan informasi yang diperoleh.

D. Diagram Alur Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah dijelaskan, maka dapat ditentukan rangkaian konsep penelitian sebagai berikut:



Gambar 2 Diagram Alur Penelitian

Sumber : Hasil Gambar , 2022

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Umum

Secara umum pembahasan analisis hidrologi adalah tentang bagaimana analisis itu dilakukan Hidroklimatologi dengan analisis teknis kuantitatif.

B. Hidrologi

a. Analisis Curah Hujan Maksimum Tahunan

Tabel 1 Rerata Curah Hujan Daerah

No	Tahun	Stasiun Curah Hujan (mm)		Curah Hujan Rerata
		Stasiun Hujan Bendung Cipamingkis	Stasiun Hujan Cibarusah	
		R1	R2	
1	2007	37,0	0,0	37,0
2	2008	82,0	0,0	82,0
3	2009	99,0	0,0	99,0
4	2010	119,0	0,0	119,0
5	2011	81,0	0,0	81,0
6	2012	82,0	0,0	82,0
7	2013	137,0	62,0	99,5
8	2014	100,0	97,0	98,5
9	2015	110,0	71,0	90,5
10	2016	120,0	135,0	127,5
11	2017	90,0	114,0	102,0
12	2018	160,0	90,0	125,0
13	2019	93,0	95,0	94,0
14	2020	150,0	200,0	175,0
15	2021	107,0	173,0	140,0

Sumber : Data dan Hasil Perhitungan,2023

B. Analisis Hujan Rencana

Tabel 2 Analisa Distribusi Frekuensi data hujan

No.	Tahun	R _i	P	(R _i - R)	(R _i - R) ²	(R _i - R) ³	(R _i - R) ⁴
1	2007	37.00	6.25	-66.47	4417.82	-293637.62	19517113.92
2	2008	82.00	12.50	-21.47	460.82	-9892.22	212353.02
3	2009	99.00	18.75	-4.47	19.95	-89.11	398.05
4	2010	119.00	25.00	15.53	241.28	3747.95	58218.18
5	2011	81.00	31.25	-22.47	504.75	-11340.07	254773.68
6	2012	82.00	37.50	-21.47	460.82	-9892.22	212353.02
7	2013	99.50	43.75	-3.97	15.73	-62.41	247.57
8	2014	98.50	50.00	-4.97	24.67	-122.52	608.50
9	2015	90.50	56.25	-12.97	168.13	-2180.14	28269.19
10	2016	127.50	62.50	24.03	577.60	13881.68	333623.04
11	2017	102.00	68.75	-1.47	2.15	-3.15	4.63
12	2018	125.00	75.00	21.53	463.68	9984.67	215003.26
13	2019	94.00	81.25	-9.47	89.62	-848.38	8031.35
14	2020	175.00	87.50	71.53	5117.02	366037.34	26183870.94
15	2021	140.00	93.75	36.53	1334.68	48760.47	1781382.57
	Rerata	103.467			13898.73	114344.25	48806250.93

sumber : Hasil perhitungan, 2023

Keterangan:

$$P(\text{plotting}) = \frac{m}{n+1} \times 100 \dots\dots\dots$$

Syarat distribusi memenuhi kriteria sebagai berikut :

Normal : CS = 0

Log normal : Cs = 2,5 Cv

Gumbel : Cs = 1,139 Ck = 5,400

Log person : yang tidak termasuk syarat diatas

Tabel 3 Perhitungan Distribusi Log Pearson III, 2023

METODE LOG PEARSON III						
No	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi - Log X	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³
1	2007	37.00	1.568	-0.425	0.181	-0.077
2	2008	82.00	1.914	-0.079	0.006	0.000
3	2009	99.00	1.996	0.003	0.000	0.000
4	2010	119.00	2.076	0.082	0.007	0.001
5	2011	81.00	1.908	-0.085	0.007	-0.001
6	2012	82.00	1.914	-0.079	0.006	0.000
7	2013	99.50	1.998	0.005	0.000	0.000
8	2014	98.50	1.993	0.000	0.000	0.000
9	2015	90.50	1.957	-0.036	0.001	0.000
10	2016	127.50	2.106	0.112	0.013	0.001
11	2017	102.00	2.009	0.015	0.000	0.000
12	2018	125.00	2.097	0.104	0.011	0.001
13	2019	94.00	1.973	-0.020	0.000	0.000
14	2020	175.00	2.243	0.250	0.062	0.016
15	2021	140.00	2.146	0.153	0.023	0.004
n =	15	Jumlah	29.897	0.000	0.318	-0.056
		Log X	1.993			
		S Log X	0.151			

Sumber : hasil perhitungan,2023

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log R} - \text{Log Rr})^2}{n-1}}$$

Sy = 0,151

$$C_s = \frac{n \cdot \sum (\text{Log R} - \text{Log Rr})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S_3}$$

Cs = 0,30

Diperoleh curah hujan rancangan sebagai berikut :

Tabel 4 curah hujan rancangan

No	Periode Ulang	Log Xrt	Kt	S Log X	Log Xt	XT
1	2	1.993	0.210	0.151	2.025	105.872
2	5	1.993	0.838	0.151	2.119	131.669
3	10	1.993	1.064	0.151	2.153	142.393
4	25	1.993	1.240	0.151	2.180	151.393
5	50	1.993	1.324	0.151	2.193	155.874
6	100	1.993	1.383	0.151	2.2017	159.100

Sumber : Hasil perhitungan, 2023

1. Perhitungan distribusi menggunakan Chi Square

Banyak data (n) = 15

Log n = 1,18

Banyak kelas = 5

Log XI rerata = 2,00

S = 0,151

Cs = 0,30

Persamaan:

$$\text{Log Rt} = \text{Log Rt} + G \cdot S_y$$

$$\text{Log Rt} = 1,938 + G \cdot 0,1187$$

Tabel 5 Tabel Chi Squire

Kelas	Interval	Ef	Of	(Of-Ef) ²	(Of - Ef)^2/Ef
1	> 124,26	3	2	1	0.3
2	124,26 - 86,19	3	3	0	0.0
3	86,19 - 62,80	3	6	9	27.0
4	62,80 - 46,06	3	3	0	0.0
5	< 46,06	3	1	4	5.3
Jumlah		15	15	14	32.7

Sumber : Hasil perhitungan, 2023

Hasil :

$$X^2 = 9,448 \text{ (tabel)}$$

$$X^2 \text{ hitung} = \frac{\sum (Ef - Of)^2}{Of}$$

$$X^2 = 0,9333$$

X² Hitung < X² Kritis maka perhitungan Chi Square pada distribusi Log Pearson III diterima.

2. Perhitungan distribusi menggunakan metode Smirnov Kolmogorov

Tabel 6 perhitungan uji Smirnov Kolmogorov

Tahun	m	Xi (Besar -> Kecil)	Log Xi	P(Xi)	f(t)	P' (Xi)	ΔP
2007	1	175.00	2.24	0.07	0.92	0.021	0.046
2008	2	140.00	2.15	0.13	0.56	0.019	0.114
2009	3	125.00	2.10	0.20	0.37	0.020	0.180
2010	4	127.50	2.11	0.27	0.40	0.020	0.246
2011	5	102.00	2.01	0.33	0.04	0.021	0.312
2012	6	99.50	2.00	0.32	0.00	0.021	0.299

Tahun	m	Xi (Besar -> Kecil)	Log Xi	P(Xi)	f(t)	P' (Xi)	ΔP
2013	7	98.50	1.99	0.31	-0.02	0.021	0.289
2014	8	94.00	1.97	0.26	-0.09	0.021	0.239
2015	9	90.50	1.96	0.27	-0.15	0.021	0.249
2016	10	119.00	2.08	0.22	0.29	0.022	0.198
2017	11	99.00	2.00	0.34	-0.01	0.021	0.319
2018	12	82.00	1.91	0.29	-0.31	0.021	0.269
2019	13	82.00	1.91	0.35	-0.31	0.021	0.329
2020	14	81.00	1.91	0.26	-0.33	0.021	0.239
2021	15	37.00	1.57	0.27	-1.61	0.021	0.249
Jumlah		1552.00	29.90				
Log X rerata		2.00					
CS		1.158					
S LogX		0.27					
Max							0.329

Sumber : Hasil perhitungan, 2023

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan Simpangan maksimum (ΔP Max) 0,329 jika jumlah data 15 dan α(derajat kepercayaan) adalah 5% maka dari tabel di peroleh Δkritis = 0,338. Jadi kesimpulannya ΔP max < Δ kritis = 0,329 < 0,338 (memenuhi)

D. Analisa Debit Banjir Rancangan

analisa debit banjir dilakukan pada titik tinjauan seperti diatas untuk mendapatkan debit banjir rencana dengan kala ulang,kala ulang pada perencanaan ini meliputi kala 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun.

a. Distribusi hujan jam-jaman metode Bourema

$$RT = \frac{1}{6} \times Ro \times \frac{6}{T}$$

Dengan:

Tabel 7 Distribusi hujan jam-jaman metode Bourema

R0 =
R1 = 0,5438 R24
R2 = 0,3442 R25
R3 = 0,2633 R26
R4 = 0,2178 R27
R5 = 0,1880 R28
R6 = 0,1667 R29
Untuk besar curah hujan jam-jaman adalah
R1 = 0,5438
R2 = 0,1445
R3 = 0,1017
R4 = 0,0812
R5 = 0,0687
R6 = 0,0601
Total = 1,000

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Distribusi hujan jam-jaman sebagai berikut:

Tabel 8 distribusi hujan jam-jaman

waktu	ratio %
1	0,5438
2	0,1445
3	0,1017
4	0,0812
5	0,0687
6	0,0601
total	1,0000

Sumber : Hasil Analisis,2023

b. Perhitungan Hujan Netto Jam-Jaman

Tabel 9 Perhitungan Curah Hujan Metro Jam-jaman

Waktu	Ratio	hujan jam-jaman					
		2	5	10	25	50	100
1	0.5438	31.66	39.38	42.59	45.28	46.62	59.82
2	0.1445	8.42		11.32	12.03	12.39	15.90
3	0.1017	5.92	7.37	7.97	8.47	8.72	11.19
4	0.0812	4.73	5.88	6.36	6.76	6.96	8.93
5	0.0687	4.00	4.97	5.38	5.72	5.89	7.55
6	0.0601	3.50	4.35	4.71	5.00	5.15	6.61
hujan efektif		58.23	72.42	78.32	83.27	85.73	110.00
koef pengaliran		0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
curah hujan rencana		105.8	131.6	142.3	151.3	155.8	200.00
		7	7	9	9	7	0

Sumber : hasil perhitungan, 2023

a. Debit Banjir Rancangan pada Bendung Cipamingkis

$$Qp = \frac{e x A x Ro}{3,6 x (0,3 x Tp + T x 0,3)}$$

Dengan:

$$A = 322,080 \text{ km}^2$$

$$L = 59,33 \text{ km}$$

$$C = 0,55$$

Rumus:

$$L > 15 \text{ km}$$

$$tg = 0,21 L^{0,7}$$

$$\text{alfa} = (0,47 \times (A \times L)^{0,25} / Tg)$$

$$tr = -(0,5 - 1) \times Tg$$

$$Tp = tg + 0,8 \text{ tr}$$

$$T_{0,3} = \alpha \times tg$$

$$Ro = 1 \text{ mm}$$

Dihitung:

$$tg = 3.6603 \text{ jam}$$

$$\text{alfa} = 1.51$$

$$tr = 1.83$$

$$T_{0.3} = 5.5260 \text{ jam}$$

$$Tp = 6.5885 \text{ jam}$$

$$0,5 \times T_{0,3} = 2.7630$$

$$1,5 \times T_{0,3} = 8.2889$$

$$2,0 \times T_{0,3} = 11.0519$$

$$2,5 \times t_{0,3} = 13.8149$$

$$(Tp + T_{0.3}) = 12.1144$$

$$(Tp + T_{0.3} + 1,5 \times t_{0,3}) = 20.4033$$

$$Qp = 14.0129 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Tabel 10 Ordinasi Hidrograf Satuan Bendung
 Cipamingkis

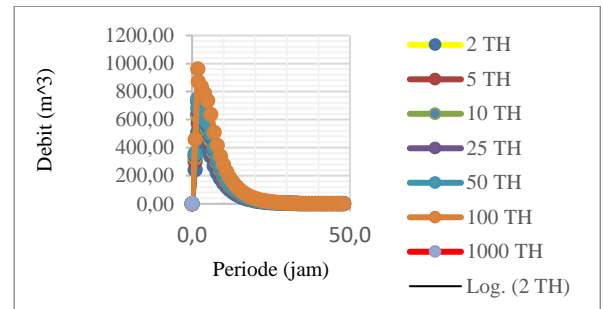
Ordinat Hidrograf Satuan		
T (jam)	Q (m ³ /dt)	Keterangan
0,0	0,0000	Bagian lengkung naik
1,0	7,6568	
1,83	14,0129	
2,0	9,3931	Bagian lengkung turun
3,0	7,6904	
4,0	6,2964	
5,0	5,1551	
6,0	4,2206	
7,0	3,4555	
8,0	2,8292	
9,0	2,3163	
10,0	1,8964	
11,0	1,5527	
12,0	1,2712	
13,0	1,0408	
14,0	0,8521	
15,0	0,6977	
16,0	0,5712	
17,0	0,4677	
18,0	0,3829	
19,0	0,3135	
20,0	0,2567	
21,0	0,2101	
22,0	0,1720	
23,0	0,1409	
24,0	0,1153	
25,0	0,0944	
26,0	0,0773	
27,0	0,0633	
28,0	0,0518	
29,0	0,0424	
30,0	0,0347	
31,0	0,0284	
32,0	0,0233	
33,0	0,0191	
34,0	0,0156	
35,0	0,0128	
36,0	0,0105	
37,0	0,0086	
38,0	0,0070	
39,0	0,0057	
40,0	0,0047	
41,0	0,0038	
42,0	0,0032	
43,0	0,0026	
44,0	0,0021	
45,0	0,0017	
46,0	0,0014	
47,0	0,0012	
48,0	0,0009	
59,0	0,0188	Mendekati angka 0

Sumber : hasil perhitungan

E. Rekapitulasi perhitungan

Dari perhitungan di atas didapatkan hasil rekapitulasi debit kala ulang sebagai berikut:

1. Q2 tahun adalah 508,1 m³/dt
2. Q5 tahun adalah 632,0 m³/dt
3. Q10 tahun adalah 683,4 m³/dt
4. Q25 tahun adalah 726,6 m³/dt
5. Q50 tahun adalah 748,1 m³/dt
6. Q100 tahun adalah 959,9 m³/dt



Gambar 3 Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir

Sumber: Hasil analisis, 2023

F. Hidrolika

Pemodelan HEC-RAS

Debit Aliran

- 2 Th = 508.1 m3/det
- 5 Th = 632.0 m3/det
- 10 Th = 683.4 m3/det
- 25 Th = 726.6 m3/det
- 50 Th = 748.1 m3/det *dipakai*
- 100 Th = 959.9 m3/det

elevasi hulu = 161.689

elevasi hilir = 89.13

beda tinggi = 72.559

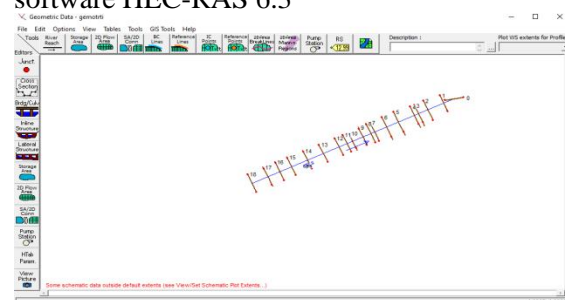
jarak = 5502

Slope = 0.01319

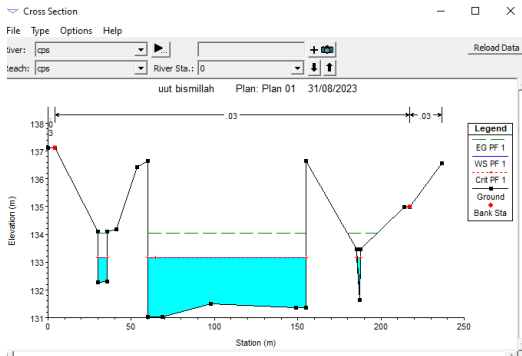
Formula Manning $V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$

Manning (n) = 0.03

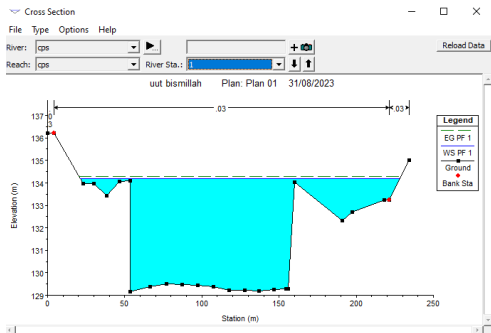
Hasil analisa profil muka air menggunakan software HEC-RAS 6.3



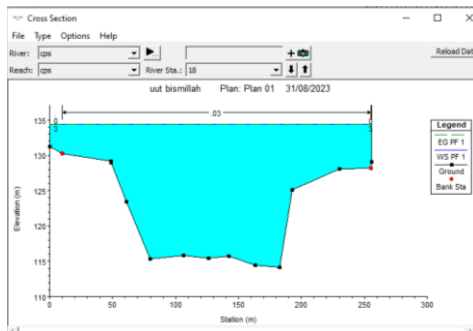
Gambar 4 Profil Memanjang S. Cipamingkis Q50
 Sumber : Hasil analisis Hec-Ras, 2023



Gambar 5 Profil Melintang STA. Ho
 Sumber : Hasil analisis Hec –Ras, 2023



Gambar 6 Profil Melintang STA. HI 0+50
 Sumber : Hasil analisis Hec –Ras, 2023



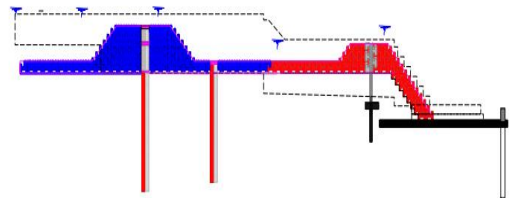
Gambar 7 profil melintang STA. HI 15
 Sumber : Hasil analisis Hec –Ras, 2023

Profile Output Table - Standard Table 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (cms)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Slope (m/m)	Vel Chn (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froutd # Ch
cps	18	PF 1	748.10	114.18	134.38	134.39	0.000002	0.24	3161.99	255.49	0.02	
cps	17	PF 1	748.10	115.26	134.38	134.39	0.000002	0.26	2894.52	273.11	0.02	
cps	16	PF 1	748.10	114.64	134.38	134.39	0.000003	0.26	2855.36	263.65	0.02	
cps	15	PF 1	748.10	113.39	134.38	134.39	0.000003	0.27	2830.22	262.10	0.03	
cps	14	PF 1	748.10	124.64	134.37	134.38	0.000014	0.45	1694.01	256.19	0.05	
cps	13	PF 1	748.10	119.87	134.37	134.38	0.000010	0.40	1914.24	251.62	0.04	
cps	12	PF 1	748.10	139.09	134.37	134.38	0.000006	0.31	2746.93	247.47	0.04	
cps	11	PF 1	748.10	119.03	134.36	134.38	0.000024	0.53	1434.42	241.14	0.07	
cps	10	PF 1	748.10	120.31	134.36	134.37	0.000026	0.56	1380.27	235.02	0.07	
cps	9	PF 1	748.10	120.79	134.35	134.37	0.000047	0.64	1181.61	249.95	0.09	
cps	8	PF 1	748.10	121.57	134.32	134.36	0.000158	0.92	635.94	236.16	0.15	
cps	7	PF 1	748.10	122.21	134.33	134.35	0.000043	0.61	1236.66	264.27	0.09	
cps	6	PF 1	748.10	122.46	134.32	134.34	0.000042	0.59	1280.88	303.23	0.09	
cps	5	PF 1	748.10	122.67	134.31	134.33	0.000057	0.64	1195.28	320.97	0.10	
cps	4	PF 1	748.10	123.18	134.30	134.32	0.000062	0.70	1096.55	278.97	0.10	
cps	3	PF 1	748.10	122.14	134.30	134.32	0.000051	0.65	1180.58	289.82	0.09	
cps	2	PF 1	748.10	125.83	134.27	134.31	0.000118	0.87	867.96	242.28	0.14	
cps	1	PF 1	748.10	129.46	134.18	134.27	0.000363	1.27	590.63	207.05	0.34	
cps	0	PF 1	748.10	131.01	133.15	133.15	0.008132	4.17	179.39	102.53	1.01	

Gambar 8 Summary Output Sungai Cipamingkis Q50

Sumber : Hasil analisis Hec –Ras. 2023
 Pada gambar di atas di ketahui tinggi muka air di titik Ho = 133.15 m, titik HI 0+50 sebesar 134,18 m, HI 1 sebesar 134,27 m untuk nilai tinggi muka air selanjutnya bisa di lihat di gambar 4.6.



Gambar 9 Tinggi muka air di atas Groundsill
 Sumber : Hasil analisis Hec –Ras, 2023

G. Ringkasan Tabel Hasil Penelitian di Laboratorium (Soil Test)

Pada kedalaman tanah 7.5- 8 di dapat berat volume tanah 13.39 kN/m³ dan berat volume saturated 17.41 kN/m³ dengan permabilitas 0.34 m/hari dan nilai kohesi 19.81 kN/m sudut geser tanah 12.485 modulus elastis 9000 dan angka poiso 0.3.

Tabel 11 Hasil Penelitian Laboratorium

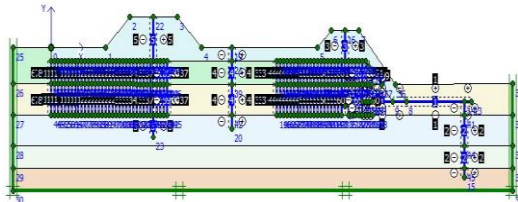
no.	Depth	jenis tanah	y unsat	y unsat
	m		gr/cm ³	kN/m ³
1	7.5 - 8	Silty Clay	1.366	13.39
2	13.5 - 14	Silty Clay	1.393	13.65
3	19.5 - 20	Silty Clay	1.376	13.48
4	23.5 - 24	Silty Clay	1.412	13.84
5	27.5 - 28	Silty Clay	1.412	13.84
y sat	y sat	permabilitas	c	c
gr/cm ³	kN/m ³	m/hari	kg/cm ³	kN/m ³
1.777	17.41	0.34	0.202	19.81
1.783	17.47	0.34	1.008	98.85
1.853	18.16	0.34	1.019	99.93
1.791	17.55	0.34	1.847	181.13
1.777	17.41	0.34	0.788	77.28

Sumber : Hasil Laboratorium, 2023

H. Hasil Analisis Menggunakan PLAXIS 8.6

Analisis dibantu dengan *software PLAXIS 8.6* dengan regangan bidang (*plane strain*). Satuan yang digunakan adalah meter (m) untuk panjang, kilo Newton (kN) untuk gaya dan hari (*day*) untuk waktu.

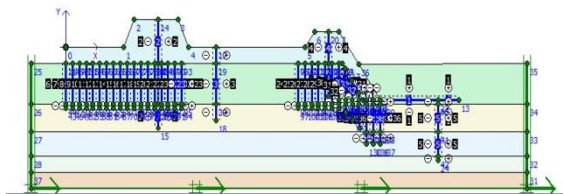
a. Pemasangan Cerucuk Bambu Variasi 1



Gambar 10 Pemasangan Cerucuk
 Sumber: Hasil analisis, 2023

Analisis stabilitas konstruksi diperoleh dengan perhitungan angka keamanan berdasarkan metode *phi-reduction* yang mendapatkan pada *culculation software PLAXIS*. Pada variasi 1 jarak 20 cm tinggi 8 m, Pada kasus ini didapatkan nilai *Safety Factor (SF)* sebesar 1,267.

b. Pemasangan Cerucuk Bambu Variasi 2

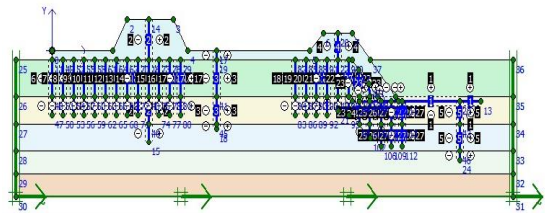


Gambar 11 Pemasangan Cerucuk Variasi 2
 Sumber: Hasil analisis, 2023

Analisis stabilitas konstruksi diperoleh dengan perhitungan angka keamanan berdasarkan metode *phi-reduction* yang mendapatkan *culculation software PLAXIS*. Jarak pada cerucuk A dan B 40 sentimeter, tinggi 8 meter, pada kasus ini didapatkan nilai *Safety Factor (SF)* sebesar 1,267.

c. Pemasangan Cerucuk Bambu Variasi 3

Analisis stabilitas konstruksi diperoleh dengan perhitungan angka keamanan berdasarkan metode *phi-reduction* yang mendapatkan *culculation software PLAXIS*. Pada variasi 3 jarak cerucuk a dan b 60 cm tinggi 8 m, pada kasus ini didapatkan nilai *Safety Factor (SF)* sebesar 1,267.



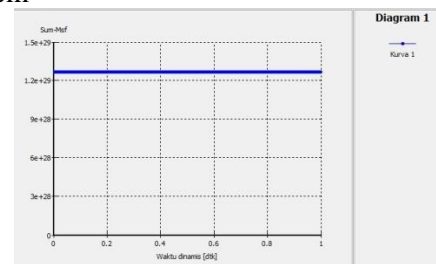
Gambar 12 Pemasangan Cerucuk Variasi 3
 Sumber: Hasil analisis, 2023

Tabel 12 Hasil PLAXIS dari Semua Variasi

Variasi	Nilai SF	Keamanan
Variasi 1	1,267	Aman
Variasi 2	1,267	Aman
Variasi 3	1,267	Aman

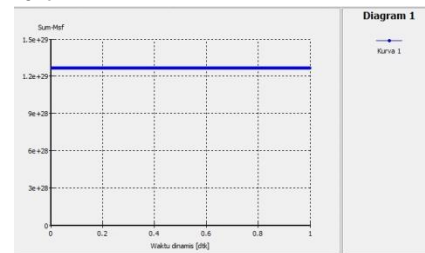
Sumber : Hasil analisis, 2023

a. Grafik Nilai SF Dengan Jarak Cerucuk 20 cm



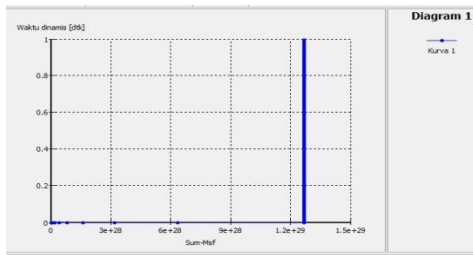
Gambar 13 Grafik Nilai SF Dengan Jarak Cerucuk 20 cm
 Sumber : hasil analisis

b. Grafik Nilai SF Dengan Jarak Cerucuk 40 cm



Gambar 14 Grafik Nilai SF Dengan Jarak Cerucuk 40 cm
 Sumber : hasil analisis

c. Grafik Nilai SF Dengan Jarak Cerucuk 60 cm

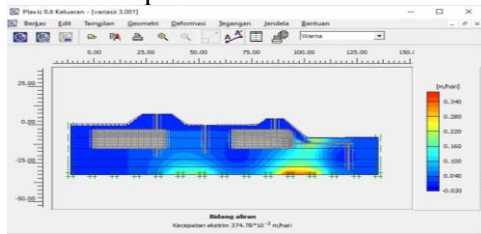


Gambar 15 Grafik Nilai SF Dengan Jarak Cerucuk 60 cm
 Sumber : Hasil analisis, 2023

I. Hasil Analisis Rawan Kerusakan Menggunakan Plaxis 8.6

➤ Analisis Kerusakan Menggunakan Software PLAXIS 8.6

a. Kerusakan pada Variasi 1

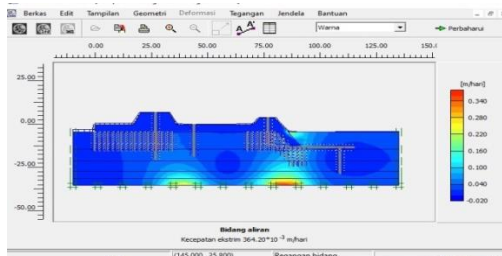


Gambar 16 Kerusakan Pada Pemasangan Cerucuk Bambu Variasi 1
 Sumber : hasil analisis

Pondasi cerucuk bambu pada groundsill modular variasi 1 dengan jarak cerucuk 20 cm tinggi 8 m mengalami penurunan sebesar 0.340 m/hari mengenai kerawanan penurunan pada variasi 1 bisa di lihat pada gambar 16.

b. Kerusakan pada Variasi 2

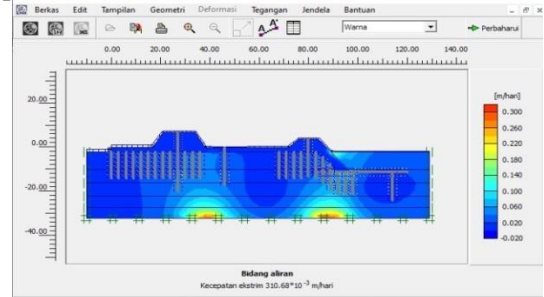
Pondasi cerucuk bambu pada *Groundsill Modular* variasi 2 dengan jarak cerucuk 40 cm tinggi 8 m mengalami penurunan sebesar 0.330 m/hari mengenai kerawanan penurunan pada variasi 2



Gambar 17 kerusakan pada pemasangan cerucuk bambu variasi 2
 Sumber: Hasil analisis, 2023

c. Kerusakan pada Variasi 3

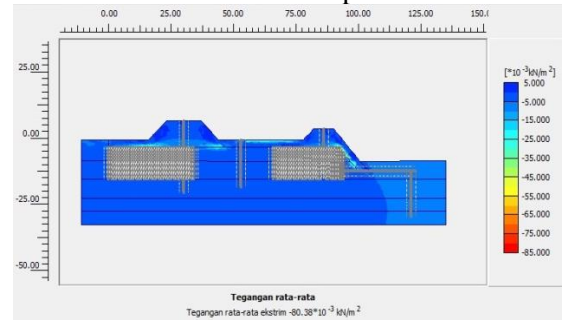
Pondasi cerucuk bambu pada groundsill modular variasi 3 dengan jarak cerucuk 60 cm tinggi 8 m mengalami penurunan sebesar 0.300 m/hari mengenai kerawanan penurunan pada variasi 3 bisa di lihat pada gambar 18.



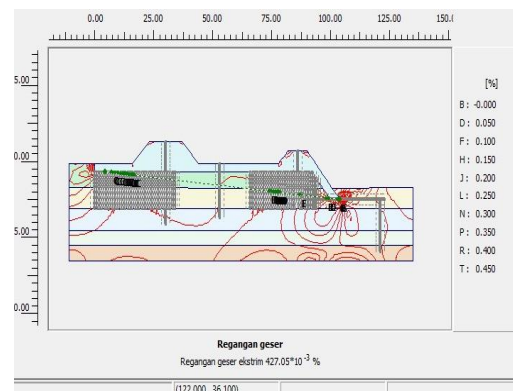
Gambar 18 Kerusakan Pada Pemasangan Cerucuk Bambu Variasi 3
 Sumber : Hasil analisis, 2023

➤ Analisis Penurunan Tanah Menggunakan Software PLAXIS 8.6

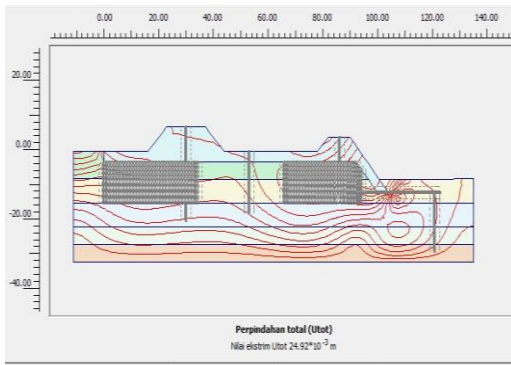
a. Penurunan keruntuhan pada Variasi 1



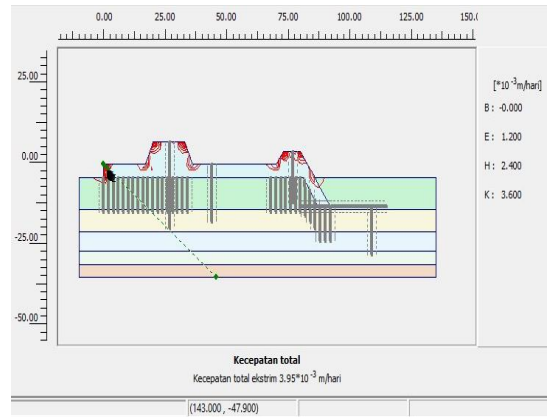
Gambar 19 tegangan rata-rata pada Groundsill menggunakan software PLAXIS 8.6.
 Sumber : Hasil analisis, 2023



Gambar 20 Regangan Geser Pada *Groundsill* Menggunakan *Software* PLAXIS 8.6.
 Sumber : Hasil analisis, 2023

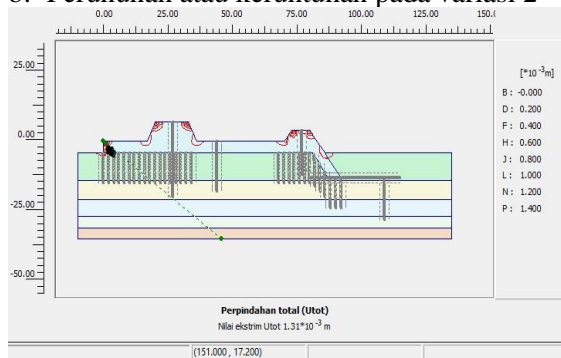


Gambar 21 Perpindahan Total Pada *Groundsill* Menggunakan *Software* PLAXIS 8.6.
 Sumber : Hasil analisis, 2023

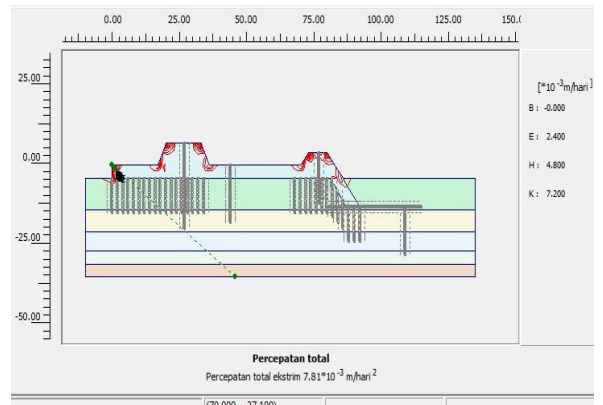


Gambar 24 Kecepatan Total Pada *Groundsill* Menggunakan *Software* PLAXIS 8.6.
 Sumber : Hasil analisis, 2023

b. Perununan atau keruntuhan pada variasi 2

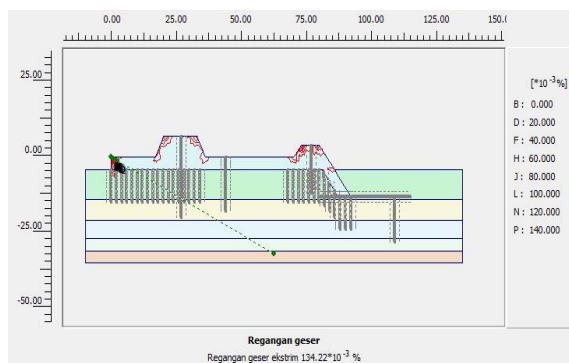


Gambar 22 Perpindahan Total Pada *Groundsill* Menggunakan *Software* PLAXIS 8.6.
 Sumber : Hasil analisis, 2023

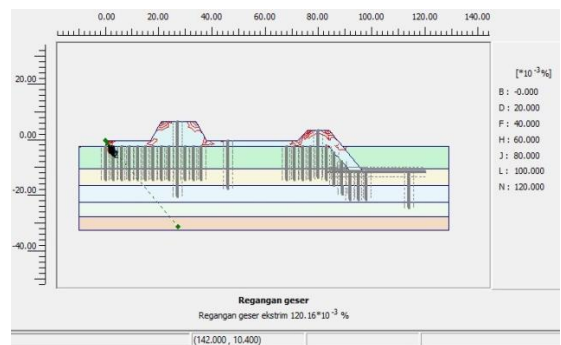


Gambar 25 Percepatan Total Pada *Groundsill* Menggunakan *Software* PLAXIS 8.6.
 Sumber : Hasil analisis, 2023

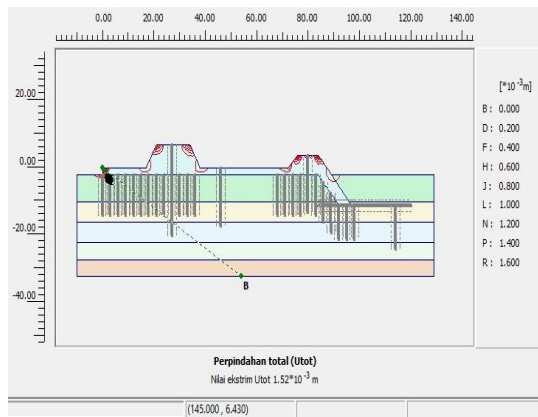
c. Penurunan atau Keruntuhan pada Variasi 3



Gambar 23 Regangan Geser Pada *Groundsill* Menggunakan *Software* PLAXIS 8.6.
 Sumber : Hasil analisis, 2023

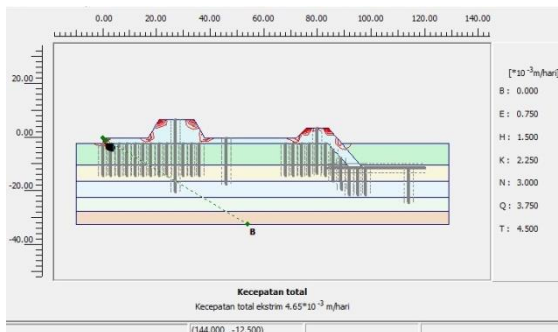


Gambar 26 Regangan Geser Pada *Groundsill* Menggunakan *Software* PLAXIS 8.6.
 Sumber : Hasil analisis, 2023



Gambar 27 Perpindahan Total Pada Groundsill Menggunakan Software PLAXIS 8.6.

Sumber : Hasil analisis, 2023



Gambar 28 Kecepatan Total Pada Groundsill Menggunakan Software PLAXIS 8.6
 Sumber : Hasil analisis, 2023

5. PENUTUP

a. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit banjir rencangan pada Bendung Cipamingkis yang dipakai adalah kala ulang 50 tahun yaitu 748,1 m³/dtk..
2. Dari hasil analisis data menggunakan aplikasi HEC-RAS diketahui tinggi muka air sungai cipamingkis pada STA. Ho sebesar 133,15 m, STA. HI 1 sebesar 134,27 m, STA. HI 1+73 sebesar 134,30 m, HI 4+23 sebesar 134.38 m, STA. HI 4+63 sebesar 134.38 m, STA. HI 5 sebesar 134,38 m.
3. Dari hasil analisis Plaxis mengalami penurunan pada jarak cerucuk 20 cm

mengalami menurun sebesar 0.34 m/hari yang mengalami titik keruntuhannya paling sedikit dengan SF 1,267. membentuk pola plus. Keretakan pada beton terjadi dikarenakan beban telah melebihi P retaknya.

b. Saran

Dalam penggunaan cerucuk bambu sebagai peningkatan daya dukung pada tanah perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui rasio jarak dan kedalaman agar hasil yang didapatkan lebih detail.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Althaf Dimintri Purnama, Doean. (2023). Pengkajian Penggunaan Cerucuk Bambu Untuk Stabilitas Tanah Lunak pada Bangunan Embung Serbaguna, Progam Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember.
- Ayu Artiningsih, Ni Komang, Pemanfaatan Bambu pada Konstruksi Bangunan Berdampak Positif Bagi Lingkungan, Semarang : Dosen Fakultas Tekologi Pertanian Universitas 17 Agustus 1945 Semarang.
- Faradila, Amelia. (2023). Studi Mekanisme Interaksi Tanah-Matras Cerucuk Bambu sebagai Perkuatan Tanah lunak, Program Studi Tekik Sipil, Universitas Muhammadiyah Palangkaraya.
- Hadinagoro, R. I. S. R., Purwanti, A., Herdiansyah, Y., Wirnanto, D., & Erdiani, F. (2015). Peringkatan Daya Dukung Fondasi Dengan Cerucuk Bambu. Cimahi : Universitas Jember: Achmad Yani.
- Muwardi, A., Indrawahyuni, H., & Suroso. (2010). Pengaruh Penggunaan Cerucuk Dan Anyaman Pada Daya Dukung Tanah Lempung Lunak, Malang: Universitas Brawijaya.

Saiful Rizal, Nanang, 2014, Aplikasi Perencanaan Sistem Irigasi Dan Bangunan Air, Jember :LPPM Universitas Muhammadiyah Jember.

Saiful Rizal, Nanang, 2010, Kajian Model Hidrograf Banjir Rencana Pada Daerah.