

STUDI STABILITAS BENDUNGAN CIPANAS PASCA KONSTRUKSI

TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menempuh Ujian Sarjana Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan.



Disusun oleh :

Aldi Maulana Abdurrahman

1601137

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2021

**STUDI STABILITAS BENDUNGAN CIPANAS PASCA KONSTRUKSI
TUGAS AKHIR**

Oleh
Aldi Maulana Abdurrahman

Sebuah Tugas Akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil

© Aldi Maulana Abdurrahman 2021
Universitas Pendidikan Indonesia
Januari 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
STUDI STABILITAS BENDUNGAN CIPANAS PASCA KONSTRUKSI

disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

Pembimbing I

Drs. Rakhmat Yusuf, M.T

NIP. 19640424 19910 1 1001

Pembimbing II

Herwan Dermawan, S.T.,M.T

NIP. 19620202 198803 1 002

Mengetahui,

Ketua Departemen
Pendidikan Teknik Sipil

Ketua Program Studi
Tekmik Sipil

Dr. Rina Marina, M.P.

NIP. 19650530 199101 2 001

Dr. Nanang Dalil Herman, S.T., MPd

NIP. 19620202 198803 1 002

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "STUDI STABILITAS BENDUNGAN PASCA KONSTRUKSI" adalah karya saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan maupun pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan terhadap keaslian penulisan.

Bandung, Januari 2021

Aldi Maulana Abdurrahman

NIM. 1601137

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Penyayang, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya. Shalawat dan Salam Semoga tetap tercurah kepada Rasullullah SAW. Alhamdulillahirobbil'alamin akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sekian banyak kendala yang telah berhasil dilalui dengan sebaik-baiknya.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat pada Program Studi Teknik Sipil, Departemen Pendidikan Teknik Sipil dalam menempuh jenjang pendidikan strata satu, yang berada di Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari, bahwa skripsi yang dikerjakan ini jauh dari sempurna. Untuk itu, penulis menerima dengan tangan terbuka setiap kritikan dan saran yang bertujuan untuk melengkapi dan menyempurnakan skripsi ini. Semoga penelitian ini dapat berguna khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Bandung, Januari 2021

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah, berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini skripsi. Banyak pihak yang telah membantu baik secara moril dan materil kepada penulis sehingga dapat menjaga konsistensi dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih ini saya berikan untuk:

1. Bapak Drs. Rakhmat Yusuf, M.T., sebagai pembimbing I dalam penyusunan skripsi ini yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Herwan Dermawan, S.T., M.T., sebagai pembimbing II dalam penyusunan skripsi ini yang selalu memberikan masukan dan membimbing saya.
3. Bapak Dr. Nanang Dalil Herman, S.T., MPd., sebagai ketua Program Studi Teknik Sipil S1, Departemen Pendidikan Teknik Sipil, Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Bapak Dr. Rina Marina, M.P., selaku ketua Departemen Pendidikan Teknik Sipil S1, Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Seluruh dosen Departemen Pendidikan Teknik Sipil yang telah memberikan ilmunya untuk saya sebagai mahasiswa.
6. Bapak Maman, Ibu Yovie dan Ibu Widi selaku staf Tata Usaha Departemen Pendidikan Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia yang telah membantu penulis dalam persiapan dan kelengkapan administrasi skripsi ini.
7. Konsultan supervisi (PT.Rayakonsult) Pembangunan Bendungan Cipanas sebagai pembimbing tambahan yang telah memberikan ilmu dan memberikan sumbangan pemikiran tentang penulisan skripsi ini.
8. Orang tua saya sebagai motivator utama dalam kehidupan saya ini, Bapak Drs. Ahmadin Priyatna dan Ibu Eti Sumiati S.Pd. yang selalu memberikan dukungan moriil maupun materiil dan kasih sayangnya.
9. Kakak saya Tria Fajri Jauhari yang telah membantu dan memberi masukan-masukan selama penyusunan skripsi. Dan tak lupa kepada kakak saya yang

lain dan keponakan saya yaitu Aditya Mulya Nugraha, Ririn Aprianti, Ratu Ayu Lestari, Nadhira Amanina Nugraha, Nazrina Asheeqa Nugraha, dan Naziva yang selalu memberikan dukungan dan menguatkan saya dalam mencapai cita-cita.

10. Sheila Octa Monica yang telah memberi bantuan dan dukungan serta motivasi dalam pengerjaan skripsi.
11. Keluarga Bapak Usep dan Ibu Ika yang selalu memberi dukungan dan perhatian selama perkuliahan berlangsung.
12. Teman-teman Teknik Sipil A angkatan 2016 Universitas Pendidikan Indonesia yang turut mendukung dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga semua kebaikan ini akan dibalas oleh Allah swt. dan menjadikan kita semua menjadi manusia yang berguna bagi agama, keluarga, nusa dan bangsa ini. Aamiin.

STUDI STABILITAS BENDUNGAN CIPANAS PASCA KONSTRUKSI

Aldi Maulana Abdurrahman, Rakhmat Yusuf¹, Herwan Dermawan²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan

Universitas Pendidikan Indonesia

Email : aldimaulana.a@student.upi.edu

rakhmatyusuf@upi.edu

herwand@yahoo.com

ABSTRAK

Bendungan Cipanas merupakan bendungan urugan batu dengan inti tegak di tengah. Pada proyek bendungan ini diketahui terdapat perbedaan data strength dari parameter desain dengan data aktual di lapangan, serta pada lokasi penelitian ini terdapat patahan baribis. Tentunya dengan adanya hal tersebut bendungan harus tetap stabil pada saat pengoperasian waduk yaitu pada saat bendungan kosong, bendungan penuh, saat bendungan mengalami sudden drawdown, dan bendungan dengan pengaruh gempa. Sehingga kondisi beban harus diperhitungkan berdasarkan pengoperasian waduk, kondisi darurat, rencana melepas air dalam waduk dan pengaruh *piping action*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kestabilan struktural dari tubuh bendungan serta untuk mengetahui rembesan dan deformasi yang mungkin terjadi. Pengamatan rembesan, pergeseran, penurunan, dan faktor keamanan yang terjadi pada tubuh bendungan dilakukan simulasi dengan bantuan software geoteknik berdasarkan dua parameter material propertis yang berbeda (parameter desain dan parameter konstruksi). Dari hasil simulasi berdasarkan parameter desain diperoleh debit rembesan terbesar $4,696 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik}$, serta nilai deformasi yaitu penurunan terbesar sebesar 0,376 m dan pergeseran sebesar 0,4003 m, dengan nilai faktor keamanan terbesar dari hasil simulasi 1,7392. Dan hasil simulasi berdasarkan parameter konstruksi diperoleh debit rembesan terbesar $2,484 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{detik}$, serta nilai deformasi yaitu penurunan terbesar sebesar 0,1682 m dan pergeseran 0,67314 m, dengan nilai faktor keamanan terbesar dari hasil simulasi yaitu 1,9388.

Kata Kunci: Bendungan Cipanas, Stabilitas Bendungan, *Sudden Drawdown*, *Piping Action*

STABILITY STUDY OF POST-CONSTRUCTION CIPANAS DAM

Aldi Maulana Abdurrahman, Rakhmat Yusuf¹, Herwan Dermawan²

Civil Engineering Study Program, Faculty of Technology and Vocational Skills
Education,

Indonesia University of Education

Email : aldimaaulana.a@student.upi.edu

rakhmatyusuf@upi.edu

herwand@yahoo.com

Abstract

Cipanas Dam is a rockfill dam with middle vertical core. On the dam project, it has been known that there are differences in the shear strength data from the design parameters with actual data in the constructions. And there are fault baribis at the study location. Surely the dam must remain stable in the operation of reservoir, when the dam is empty, full condition, sudden drawdown condition, and reviewed when earthquake occurs. So load factor must be calculated based on reservoir operation, emergency condition, reservoir water take down, and piping action effect. This study is implemented aims to see about the structural stability of the dam body, and to determine about possibility of seepage and deformation. Observation of seepage, displacement, subsidence, and safety factors that occur in the dam body is simulated with the help of geotechnical software based on two different material property parameters (design parameters and construction parameters). From the simulation results base on design parameters, the largest seepage discharge is $4,696 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{sec}$, The largest deformation value among all conditions reviewed in the dam body for a settlement is 0,376 m and for a displacement is 0.4003 m, with the greatest safety factor value from the simulation results 1.7392. And Form the simulation results base on design parameters, the largest seepage discharge is $2,484 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{sec}$, The largest deformation value among all conditions reviewed in the dam body for a settlement is 0,1682 m and for a displacement is 0,67314 m, with the largest safety factor is is 1,9388.

Keyword: *Cipanas Dam, Dam Stability, Sudden Drawdown, Piping*

Action

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Identifikasi Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.4 Rumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.6 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.7 Sistematika Penulisan	Error! Bookmark not defined.
BAB II KAJIAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Bendungan (Dam).....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Data Teknis Bendungan Cipanas.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Timbunan Tubuh Bendungan	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Tinjauan Umum Timbunan Tubuh Bendungan	Error! Bookmark not defined.
defined.	
2.4 Keamanan Bendungan Besar.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Elevasi dan Kondisi Pembebanan Pada Waduk	Error! Bookmark not defined.
defined.	

2.5.1	Kondisi <i>Sudden Drawdown</i> (Surut Cepat)	Error! Bookmark not defined.
2.5.2	Debit Banjir Maksimum	Error! Bookmark not defined.
2.5.3	Kondisi Ekstrim	Error! Bookmark not defined.
2.6	Analisa Stabilitas Bendungan	Error! Bookmark not defined.
2.6.1	Parameter Desain Kuat Geser	Error! Bookmark not defined.
2.6.2	Kuat Geser Pada Kondisi Surut Cepat (<i>Sudden Drawdown</i>)	Error! Bookmark not defined.
2.6.3	Metode Analisis Stabilitas Lereng	Error! Bookmark not defined.
2.7	Faktor Keamanan Minimum	Error! Bookmark not defined.
2.8	Tekanan Air Pori	Error! Bookmark not defined.
2.8.1	Tekanan Air Pori Kondisi <i>Sudden Drawdown</i>	Error! Bookmark not defined.
2.8.2	Metode Tekanan Air Pori	Error! Bookmark not defined.
2.9	Rembesan (<i>Seepage</i>)	Error! Bookmark not defined.
2.9.1	Metode Analisis	Error! Bookmark not defined.
2.9.2	Tekanan Rembesan	Error! Bookmark not defined.
2.9.3	Rembesan Terhadap Tubuh Bendungan	Error! Bookmark not defined.
2.10	Finite Element Methode (FEM) dan Limit Equilibrium Method (LEM)	Error! Bookmark not defined.
2.10.1	Program Plaxis 8.5	Error! Bookmark not defined.
2.10.2	Program GeoStudio	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		Error! Bookmark not defined.
3.1	Lokasi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2	Metode Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3	Data dan Sumber Data	Error! Bookmark not defined.

- 3.4 Populasi dan Sampling Technique**Error! Bookmark not defined.**
- 3.5 Analisa Data**Error! Bookmark not defined.**
- 3.6 Instrumen Penelitian**Error! Bookmark not defined.**
- 3.7 Prosedur Penelitian**Error! Bookmark not defined.**
 - 3.7.1 Uraian Prosedur Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**
- 3.8 Langkah-Langkah Penelitian**Error! Bookmark not defined.**
 - 3.8.1 *Finite Element Method* (Plaxis 8.5).....**Error! Bookmark not defined.**
 - 3.8.2 Limit Euilibrium (Geostudio 2012).....**Error! Bookmark not defined.**
- 3.9 Teknik Pengumpulan Data**Error! Bookmark not defined.**

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**Error! Bookmark not defined.**
defined.

- 4.1 Simulasi *Finite Element Method* (Plaxis 8.5)**Error! Bookmark not defined.**
 - 4.1.1 Analisis Pore Pressure Bendungan Cipanas Pasca Konstruksi (FEM).....**Error! Bookmark not defined.**
 - 4.1.2 Analisis Faktor Keamanan Bendungan Cipanas Pasca Konstruksi (FEM).....**Error! Bookmark not defined.**
 - 4.1.3 Analisis Rembesan Bendungan Cipanas Pasca Konstruksi (FEM)**Error! Bookmark not defined.**
 - 4.1.4 Analisis Deformasi Bendungan Cipanas Pasca Konstruksi (FEM)**Error! Bookmark not defined.**
- 4.2 Simulasi *Limit Equilibrium Method* (GeoStudio 2012)**Error! Bookmark not defined.**
 - 4.2.1 Analisis Pore Pressure Bendungan Cipanas Pasca Konstruksi (LEM).....**Error! Bookmark not defined.**
 - 4.2.2 Analisis Faktor Keamanan Bendungan Cipanas Pasca Konstruksi (LEM).....**Error! Bookmark not defined.**
 - 4.2.3 Analisis Rembesan Bendungan Cipanas Pasca Konstruksi (LEM)**Error! Bookmark not defined.**

4.3	Hasil Penelitian dan Pembahasan Studi Stabilitas Bendungan Cipanas Pasca Konstruksi.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.1	Analisis Rembesan, Pore Pressure, Deformasi, dan Faktor Keamanan Tubuh Bendungan Kondisi Operasional Pasca Konstruksi.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.2	Analisis Rembesan, Pore Pressure, Deformasi, dan Faktor Keamanan Tubuh Bendungan Akibat Peristiwa <i>Sudden Drawdown</i>	Error! Bookmark not defined.
4.3.3	Analisis Rembesan, Pore Pressure, Deformasi, dan Faktor Keamanan Tubuh Bendungan Akibat Kondisi Ekstrim.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.4	Analisis Faktor Keamanan Terhadap Bahaya Piping.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.5	Stabilitas Bendungan Cipanas Berdasarkan Hasil Analisa Parameter Konstruksi.	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI ..		Error! Bookmark not defined.
5.1	Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2	Rekomendasi	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		20
LAMPIRAN		Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Bendungan Cipanas**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 2.3 Potongan tubuh bendungan Cipanas** Error! Bookmark not defined.
- Gambar 2.2 Bagan Konsepsi Keamanan Bendungan**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 2.4 Tampang di waduk**.....Error! Bookmark not defined.
- Gambar 2.4 Garis phreatic setelah drawdown : a, fully sudden drawdown; b. fully slow drawdown; c. transient drawdown; d. drawdown rate**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 2.5 Penggambaran Selubung Kuat Geser**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 2.6 Penggambaran Kuat Geser**.....Error! Bookmark not defined.
- Gambar 2.7 Sketsa lereng dengan bidang longsor dan Gaya-gaya bekerja pada satu segmen**.....Error! Bookmark not defined.
- Gambar 2.8 Nilai $M\alpha$ untuk persamaan Bishop** ...Error! Bookmark not defined.
- Gambar 2.9 Sistem gaya pada irisan dengan metode Janbu**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 2.10 Gaya-gaya yang bekerja pada suatu irisan bidang longsor non-sirkular cara Morgenstern & Price** Error! Bookmark not defined.
- Gambar 2.11 Garis aliran di dalam tubuh bendungan**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 2.12 Flownet pada tubuh bendungan**.....Error! Bookmark not defined.
- Gambar 2.13 Perhitungan posisi garis aliran pada bendungan zonal**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 2.14 Pembelokan arah aliran ketika terjadi perbedaan permeabilitas pada suatu lapisan tanah**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 2.15 Approximation Correlations Between Undrained Shear Strength and Standard Penetration Test N-Values (After**

Terzaghi and Peck, 1967 and Sower, 1979)Error! Bookmark not defined.

Gambar 2.16 Hubungan antara N_{cor} dengan ϕ (phi) oleh Hanaka & Uchida, 1996Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.1 Peta Lokasi Rencana Bendungan CipanasError! Bookmark not defined.

Gambar 3.2 Kotak Dialog *Create/Open project*Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.3 Lembar Tab *Project* Pada Kotak Dialog *General Setting* ...Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.4 Lembar Tab *Dimensions* Pada Kotak Dialog *General Setting*Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.5 Geometri Bendungan Cipanas.....Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.6 Kotak Dialog *Material Set*Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.7 Lembar Tab *General* Pada Kotak Dialog *Material Set Zone 1*Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.8 Tab *Parameters* Pada Kotak Dialog *Material Set Core Zone 1*Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.9 Tab *Interfaces* Pada Kotak Dialog *Material Set Core Zone 1*Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.10 *Soil & Interfaces* Pada Kotak Dialog *Material Set*.....Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.11 Geometri Bendungan Cipanas Setelah Terisi *Material*Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.12 *Generate Mesh* Bendungan CipanasError! Bookmark not defined.

Gambar 3.13 Muka Air Bendungan Kondisi AwalError! Bookmark not defined.

Gambar 3.14 Lembar Tab *Parameters* Pada Proses Kalkulasi MAW +108.25 m.....Error! Bookmark not defined.

- Gambar 3.15 Geometri Bendungan Sebelum Input MAW +108.25Error!**
Bookmark not defined.
- Gambar 3.16 Muka Air Waduk Elv. +108.25Error!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.17 Generate Water Pressure MAW +108.25Error!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.18 Muka Air Waduk Elv. +129.5 m.....Error!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.19 Muka Air Waduk Elv. +133.32 m...Error!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.20 Muka Air Waduk Elv. +108.25 (Sudden Drawdown)Error!**
Bookmark not defined.
- Gambar 3.21 Lembar *tab acceleration*Error!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.22 *Plastic Calculation*.....Error!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.23 Kalkulasi MAW +108.25 sampai Kondisi Sudden DrawdownError!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.24 Tampilan *create/new a new project.*..Error!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.25 Seting *keyin tipe analisis yang akan digunakan*Error!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.26 Setting *slip surface*Error!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.27 Setting set pageError!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.28 Setting unit and scaleError!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.29 Setting gridError!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.30 Geometri Bendungan CipanasError!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.31 *Sketch Axes*Error!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.32 *Set Axes*Error!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.33 *Input Material*.....Error!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.35 *Phreatic Line*.....Error!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.36 Grid Dan Radius.....Error!** Bookmark not defined.
- Gambar 3.38 Hasil Perhitungan SLOPE/W.....Error!** Bookmark not defined.

Gambar 3.39 Geometri Bendungan CipanasError! Bookmark not defined.

Gambar 3.40 Pengaturan AxesError! Bookmark not defined.

Gambar 3.42 Material Properties Tubuh BendunganError! Bookmark not defined.

Gambar 3.43 Input Material.....Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.44 Boundary ConditionError! Bookmark not defined.

Gambar 3.45 Assign Boundary ConditionError! Bookmark not defined.

Gambar 3.46 Flux SectionError! Bookmark not defined.

Gambar 3.47 Total Head dan Besar Rembesan....Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.1. Peta Lokasi Rencana Material Konstruksi dan Kondisi MaterialError! Bookmark not defined.

Gambar 4.2. Gambar Desain Bendungan Cipanas (STA. 3+00).....Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.3. Simulasi FEM Bendungan Cipanas Pasca Konstrksi berdasarkan Parameter Desain.....Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.4. Simulasi FEM Bendungan Cipanas Pasca Konstrksi berdasarkan Parameter KonstruksiError! Bookmark not defined.

Gambar 4.5. Kondisi tekanan pori LEM Bendungan Cipanas untuk parameter desain MAW El. +129,5 mError! Bookmark not defined.

Gambar 4.6. Tekanan pori area inti bendungan .Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.7. Hasil perhitungan nilai SF FEM berdasarakan parameter desain untuk kondisi MAW +129,5 mError! Bookmark not defined.

Gambar 4.8. Kondisi Rembesan (FEM) Bendungan Cipanas untuk parameter desain MAW +129,5 m..Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.9. Rembesan di area core zoneError! Bookmark not defined.

Gambar 4.10. Displacement Bendungan Cipanas dengan FEM untuk MAW +129,5 m.....Error! Bookmark not defined.

- Gambar 4.11. Penurunan pada area zona inti Bendungan Cipanas MAW +129 m.....**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 4.12. Pergeseran pada area zona inti Bendungan Cipanas MAW +129 m.....**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 4.14. Simulasi Bendungan Cipanas pasca konstruksi (LEM) berdasarkan parameter konstruksi** Error! Bookmark not defined.
- Gambar 4.15. Tekanan pori (LEM) MAW el. +108,25 m**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 4.16. Grafik Tekanan Pori pada area zona inti MAW el. +108,25 m.....**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 4.17. Hasil perhitungan nilai SF LEM untuk kondisi MAW +133,32 m.....**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 4.18. Kondisi Rembesan (LEM) MAW +108,25 m**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 4.19. Derajat kejunahan tubuh Bendungan Cipanas MAW +129,5 m.....**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 4.22. Sketsa bidang longsor dan faktor keamanan pada MAW Normal el. +129,5 m berdasarkan parameter desain.....**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 4.23. Sketsa bidang longsor dan faktor keamanan pada MAW Normal el. +129,5 m berdasarkan parameter konstruksi...**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 4.24. Grafik perbandingan faktor keamanan (FK) berdasarkan parameter desain**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 4.25. Grafik perbandingan faktor keamanan (FK) berdasarkan parameter desain.**Error! Bookmark not defined.
- Gambar 4.27. grafik perbandingan tekanan pori Bendungan Cipanas kondisi *sudden drawdown***Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.28. Penurunan tekanan pori terhadap waktu, kondisi sudden drawdown el +129,5 m – el. +108,25 mError! Bookmark not defined.

Gambar 4.29. Analisis rembesan Bendungan Cipanas kondisi sudden drawdownError! Bookmark not defined.

Gambar 4.30. Deformasi (FEM) Bendungan Cipanas akibat peristiwa sudden drawdown.....Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.31. Peta percepatan di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 100 tahun (Peta Hazard Gempa Indoneia 2017)Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.32. Peta percepatan di batuan dasar (SB) untuk periode ulang 10000 tahun (Peta Hazard Gempa Indoneia 2017)Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.33. Hasil running analisis simulasi tubuh bendungan dengan pengaruh gempa MDE.....Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.34. Spektrum Percepatan Gempa PenormalanError! Bookmark not defined.

Gambar 4.35. Hubungan antara K_y/K_{max} dengan UError! Bookmark not defined.

Gambar 4.36. Magnitudo Maksimum dan Slip-Rate Sumber-Sumber Gempa di IndonesiaError! Bookmark not defined.

Gambar 4.37. Nilai gradien-y analisis rembesan Bendungan Cipanas.....Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.38. Penurunan tekanan pori terhadap waktu pada kondisi sudden drawdown.....Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

- Tabel 2.2** Material tubuh bendungan Cipanas .Error! Bookmark not defined.
- Tabel 2.3** Hasil-hasil pengujian kompresi tri-sumbu dalam skala yang besar untuk bahan zone transisi (Dilakukan oleh Departement of Civil Engineering, U.S. Army, Electric Power Co. in France)Error! Bookmark not defined.
- Tabel 2.4** Nilai tipikal kuat geser batuanError! Bookmark not defined.
- Tabel 2.5** Patokan Banjir Desain dan Kapasitas Pelimpah untuk Bendungan.....Error! Bookmark not defined.
- Tabel 2.6** Cara Analisis Kestabilan Lereng.....Error! Bookmark not defined.
- Tabel 2.7** Analisis Stabilitas dengan cara keseimbangan batasError! Bookmark not defined.
- Tabel 2.8** *Factor of Safety for Dam Walls*.....Error! Bookmark not defined.
- Tabel 2.9** Tolerable Pergeseran (after Duncan and Wright, 2005).....Error! Bookmark not defined.
- Tabel 2.10** Persyaratan Faktor Keamanan Minimum Untuk Stabilitas Bendungan Tipe Urugan.....Error! Bookmark not defined.
- Tabel 2.11** Typical Potential Self Weight Settlement (Goodger and Leach, 1990).....Error! Bookmark not defined.
- Tabel 2.12** Metode Analisis Rembesan AirError! Bookmark not defined.
- Tabel 2.13** Modulus ElastisitasError! Bookmark not defined.
- Tabel 2.14** Poisson Ratio Untuk Berbagai Jenis TanahError! Bookmark not defined.

- Tabel 2.15 Korelasi Nilai N-SPT Terhadap Berat Isi, Sudut Geser Dalam, dan Kepadatan Relatif Pada Tanah non-Kohesif.....Error!**
Bookmark not defined.
- Tabel 2.16 Korelasi Nilai N-SPT Terhadap Berat Isi, Unconfined Compressive Strength (UCS), dan Kepadatan Relatif Pada Tanah Kohesif.....Error!** Bookmark not defined.
- Tabel 2.17 Estimated Physico-mechanical Property of Each Rock ClassError!** Bookmark not defined.
- Tabel 3.1 Instrumen PenelitianError!** Bookmark not defined.
- Tabel 3.2 Material Tubuh Bendungan (General set) Untuk Input Program Plaxis 8.5.....Error!** Bookmark not defined.
- Tabel 3.3 Material Tubuh Bendungan (Parrameters set) Untuk Input Program Plaxis8.5.....Error!** Bookmark not defined.
- Tabel 3.4 Data Material Bendungan.....Error!** Bookmark not defined.
- Tabel 3.5 Material Tubuh Bendungan Untuk *Input* Program SEEP/WError!** Bookmark not defined.
- Tabel 4.1. Hasil pemilihan nilai parameter lempung inti (parameter desain)Error!** Bookmark not defined.
- Tabel 4.2. Hasil pemilihan nilai parameter lemung inti (parameter konstruksi).....Error!** Bookmark not defined.
- Tabel 4.3. Rekapitulasi paremeter desain Bendungan Cipanas.....Error!**
Bookmark not defined.
- Tabel 4.4. Rekapitulasi parameter konstruksi Bendungan Cipanas ...Error!**
Bookmark not defined.
- Tabel 4.5. Rekapitulasi tekanan pori (FEM) Bendungan Cipanas Pasca KonstruksiError!** Bookmark not defined.
- Tabel 4.6. Rekapitulasi nilai SF Bendungan Cipanas pasca konstruksi (FEM).....Error!** Bookmark not defined.

- Tabel 4.7. Rekapitulasi nilai rembesan FEM Bendungan Cipanas Pasca Konstruksi**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.8. Rekapitulasi deformasi (FEM) Bendungan Cipanas pasca konstruksi untuk parameter desain**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.9. Rekapitulasi deformasi (FEM) Bendungan Cipanas pasca konstruksi untuk parameter konstruksi**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.10. Rekap tekanan pori (LEM) bendungan Cipanas Pasca Konstruksi**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.11. Rekapitulasi nilai FK Bendungan Cipanas pasca konstruksi (LEM) berdasarkan parameter desain**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.12. Rekapitulasi nilai SF Bendungan Cipanas pasca konstruksi (LEM) berdasarkan parameter konstruksi.**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.13. Rekapitulasi nilai rembesan LEM Bendungan Cipanas Pasca Konstruksi**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.14. Pergeseran Izin untuk Bendungan**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.15. *Safety Factor Minimum***.....Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.16. Perbandingan hasil *pore pressure* Bendungan Cipanas**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.17. Faktor keamanan Bendungan Cipanas pasca konstruksi kondisi operasional**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.18. Perbandingan Rembesan Bendungan Cipanas kondisi operasional**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.19. Lanjutan Perbandingan Rembesan Bendungan Cipanas.....**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.20. Perbandingan Deformasi Bendungan Cipanas**Error! Bookmark not defined.

- Tabel 4.21. Penurunan Izin Bendungan Cipanas** Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.22. Pergeseran Izin Bendungan Cipanas** Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.23. Tekanan pori Bendungan Cipanas akibat peristiwa *sudden drawdown***Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.24. Faktor keamanan Bendungan Cipanas kondisi *sudden drawdown***Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.25. Rembesan Bendungan Cipanas kondisi *sudden drawdown* ...**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.26. Penurunan Bendungan Cipanas kondisi *sudden drawdown* .**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.27. Penurunan Izin Bendungan Cipanas** Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.28. Pergeseran Izin Bendungan Cipanas** Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.28. Kriteria resiko untuk evaluasi keamanan bendungam**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.29. Kelas Risiko Bendungan dan Bangunan Air**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.30. Kriteria Beban Gempa Untuk Desain Bendungan**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.31. Kelas Resiko Bendungan Cipanas.....**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.32. Koefisien Gempa**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.33. Rekapitulasi Nilai Percepatan Puncak Gempa di Permukaan Tanah Untuk Berbagai Periode Ulang Bendungan Cipanas**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.34. Tekanan pori kondisi ekstrim.....**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.35. Analisis faktor keamanan Bendungan Cipanas Kondisi Ekstrim**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.36. Rembesan Bendungan Cipanas pengaruh gempa MDE**Error! Bookmark not defined.

- Tabel 4.37. Analisis deformasi Bendungan Cipanas pengaruh gempa ...**Error!
Bookmark not defined.
- Tabel 4.38. Penurunan Izin Bendungan Cipanas** Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.39. Pergeseran Izin Bendungan Cipanas** Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.40. Nilai Tipikal dari modulus geser awal**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.41. Nilai β_n untuk 5 ragam vibrasi pada bendungan urugan**Error!
Bookmark not defined.
- Tabel 4.42. Alihan tetap Bendungan Cipanas.....**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.43. Data material properties untuk perhitungan FK terhadap piping action.....**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.41. Rekapitulasi nilai faktor keamanan (FK) terhadap bahaya piping action.....**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.42. Tekanan Pori Bendungan Cipanas berdasarkan parameter konstruksi pada kondisi operasional**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.43. Tekanan Pori Bendungan Cipanas berdasarkan parameter konstruksi pada kondisi *sudden drawdown***Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.44. Tekanan Pori Bendungan Cipanas berdasarkan parameter konstruksi pada kondisi sudden drawdown**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.45. Rekapitulasi faktor keamanan (FK) Bendungan Cipanas berdasar parameter konstruksi ..**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.46. Rekapitulasi rembesan Bendungan Cipanas berdasarkan parameter konstruksi.....**Error! Bookmark not defined.
- Tabel 4.47. Rekapitulasi nilai deformasi Bendungan Cipanas berdasarkan parameter konstruksi.....**Error! Bookmark not defined.

DAFTAR PUSTAKA

- Bastari, Joko Mulyono, dkk. (2018). *Organisasi Kemanan Bendungan Indonesia*. Jakarta: PT. Gading Media Utama.
- Consulting Engineers. (2016). *Sertifikasi Desain Bendungan Cipanas*. Sumedang: PT. Indra Karya.
- Dharmayasa, P. (2014). *Analisis Keamanan Lereng Bendungan Utama Pada Bendungan Benel Di Kabupaten Jembrana*. *Jurnal Spektran Vol. 2, No. 2, Juli 2014*.
- Direktur Jendral SDA. (2008). *Analisis Dinamik Bendungan Urugan*. Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Jenderal Sumber Daya Air.
- Fillah, F. M. (2010). *Pengaruh Sudden Drawdown Terhadap Stabilitas Bendungan Jatigede*. Bandung: FPTK Universitas Pendidikan Indonesia.
- Jauhari, T. F. (2017). *Pengaruh Initial Impounding Terhadap Stabilitas Bendungan Jatigede Berbasis Instrumentasi Geoteknik*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Limianto, R. P. (2011). *Analisa Lereng Bendungan Tanah pada Kondisi Rapid Drawdown Dengan Perangkat Lunak Geostudio*. Depok: Universitas Indonesia.
- Look, G. B. (2007). *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables*. London / Leiden / New York / Philadelphia / Singapore: Taylor & Francis/Balkema.
- Mellawati, D. D. (2007). *Analisa Stabilitas Lereng Di Perbukitan Sekaran Semarang Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga Plaxis*. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
- Misbahudin. (2018). *Analisis Ketahanan (Durability) Batulempung Formasi Subang Di Daerah Ujungjaya Dan Sekitarnya, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat*. *Bulletin Of Geology, Vol. 2, No. 1, 2018*, 165-166.
- Mochtar N. E., Mochtar, I. B (Ed). (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Peraturan Menteri PUPR Nomor 6 2020. (2020). *Perubahan Atas Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 27/Prt/M/2015 Tentang Bendungan*. Jakarta: Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia.
- PP Nomor 27/PRT/M/2015. (2015). *Bendungan*. Jakarta: Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. (2017). *Modul Pengaturan dan Konsepsi Keamanan Bendungan*. Bandung: Kementrian PUPR; Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia.
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. (2017). *Modul Analisa Stabilitas Bendungan : Perhitungan Stabilitas Lereng*. Bandung: Kementrian PUPR; Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia.
- RSNI M-02-2002. (2002). *Metode Analisis dan Cara Pengendalian Rembesan Air untuk Bendungan Tipe Urugan*. Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 8064:2016. (2016). *Metode Analisis Stabilitas Lereng Statik Bendungan Tipe Urugan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Soedibyo. (1993). *Teknik Bendungan*. Jakarta: PT Pertja.
- Sompie, O. B. (2011). Rekayasa Geoteknik Dalam Disain Dam. *Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol. 1, No. 2, Juli 2011 ISSN 2087-9334 (90-95)*.
- Sosrodarsono, S (Ed). (1976). *Bendungan Tipe Urugan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Universitas Pendidikan Indonesia. (2015). *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Bandung: Terbatas Untuk Lingkungan UPI.