

TUGAS AKHIR
STABILITAS PERKUATAN TEBING BATANG ANAI
NAGARI SUNGAI BULUH TIMUR KABUPATEN
PADANG PARIAMAN

Diajukan Sebagai Salah Satu Sarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta

Disusun Oleh :



FADLI MARTINDO
NPM : 1510015211061

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2023

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**STABILITAS PERKUATAN TEBING BATANG ANAI
NAGARI SUNGAI BULUH TIMUR KABUPATEN
PADANG PARIAMAN**

Oleh :

Fadli Martindo
1510015211061



Disetujui Oleh :

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, M.Sc

Pembimbing II



Dr. Rini Mulyani, ST, MSc (Eng)

Ketua Program Studi



Indra Khadir, ST, MT



Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, M.Sc

LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR
STABILITAS PERKUATAN TEBING BATANG ANAI
NAGARI SUNGAI BULUH TIMUR KABUPATEN
PADANG PARIAMAN

Oleh :

Fadli Martindo
1510015211061



Disetujui Oleh :

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, M.Sc

Pembimbing II



Dr. Rini Mulyani, ST, Msc. (Eng)

Pengaji I



Zufri Mar, ST, MT

Pengaji II



Indra Khadir, ST, MT

**STABILITAS PERKUATAN TEBING BATANG ANAI NAGARI SUNGAI BULUH
TIMUR KABUPATEN PADANG PARIAMAN**

Fadli Martindo¹, Nasfryzal Carlo², Rini Mulyani³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,

Universitas Bung Hatta

Email : ¹fadlimartindo1@gmail.com ²carlo@bunghatta.ac.id ³riniimulyani@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Kondisi Batang Anai mengalami banjir dan erosi mengakibatkan terjadinya longsor dan penggerusan dasar sungai. Peristiwa ini terjadi pada saat intensitas curah hujan yang tinggi dalam waktu yang lama, dimana aliran dari hulu ke hilir mengalir sangat deras dengan volume yang besar sehingga mengenai tebing sungai yang membuat kondisi tersebut berbahaya bagi badan sungai. Untuk itu perlu dilakukan stabilitas perkuatan tebing Batang Anai, yaitu berupa perencanaan penampang dan perkuatan tebing. Untuk stabilitas perkuatan tebing, diperlukan data curah hujan 10 tahun dari 2010-2019. Stasiun yang digunakan adalah kasang, lubuk napar, saning bakar. Berdasarkan data ini, dihitung curah hujan rencana 25 tahun dengan menggunakan metode gumbel, metode normal, metode log normal, dan metode log pearson III. Berdasarkan hasil dari uji probabilitas dengan menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov, didapat metode Distribusi Log Normal untuk $R_{25} = 159,011$ mm, selanjutnya dihitung debit banjir rencana 25 tahun dengan metode Hasper dan diperoleh $Q_{25} = 896,027 \text{ m}^3/\text{detik}$. Penampang berbentuk trapesium direncanakan berdasarkan debit banjir rencana 25 tahun, didapat lebar penampang (b) = 55 m, dan tinggi penampang (h) = 3 m. Konstruksi perkuatan tebing menggunakan beton bertulang dan pasangan batu kali dan didapat nilai faktor keamanan guling $3,18 \geq 1,5$ dan faktor keamanan geser didapat $2,14 \geq 1,5$.

Kata Kunci : Banjir, Hidrologi, Perkuatan tebing, Stabilitas

Pembimbing I

Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. H . Nasfryzal Carlo, M.Sc.,IPM,PA



Dr. Rini Mulyani, ST. Msc. (Eng)

**STABILITAS PERKUATAN TEBING BATANG ANAI NAGARI SUNGAI BULUH
TIMUR KABUPATEN PADANG PARIAMAN**

Fadli Martindo¹, Nasfryzal Carlo², Rini Mulyani³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Bung Hatta

Email : fadlimartindo1@gmail.com carlo@bunghatta.ac.id rinimulyani@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

The condition of Batang Anai experienced flooding and erosion resulting in landslides and river bed erosion. This event occurs when the intensity of rainfall is high for a long time, where the flow from upstream to downstream flows very swiftly with a large volume so that it hits the river banks which makes these conditions dangerous for the river body. For this reason, it is necessary to stabilize the Batang Anai cliff reinforcement, namely in the form of cross-section planning and cliff reinforcement. For the stability of cliff reinforcement, 10-year rainfall data is needed from 2010-2019. The stations used are Kasang, Lubuk Napar, Saning Bakar. Based on these data, the 25-year design rainfall is calculated using the Gumbel method, the normal method, the normal log method, and the Pearson III log method. Based on the results of the probability test using the Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov methods, the Normal Log Distribution method obtained is $R_{25} = 159.011$ mm, then the 25-year planned flood discharge is calculated using the Hasper method and $Q_{25} = 896.027 \text{ m}^3/\text{second}$ is obtained. The trapezoidal cross-section is designed based on the 25-year design flood discharge, the cross-sectional width (b) = 55 m, and the cross-sectional height (h) = 3 m. The bank reinforcement construction uses reinforced concrete and river rock with a overturn safety factor of $3.18 \geq 1.5$ and a shear safety factor of $2.14 \geq 1.5$.

Keywords : Flood, Hydrology, Cliff reinforcement, Stability

Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. H . Nasfryzal Carlo, M.Sc.,IPM,PA

Pembimbing II

Dr. Rini Mulyani, ST. Msc. (Eng)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT, berkat karunia-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Stabilitas Perkuatan Tebing Batang Anai Nagari Sungai Buluh Timur Kabupaten Padang Pariaman” ini ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Bung Hatta, Padang.

Dalam penulisan laporan ini, penulis sangat banyak menerima bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karna itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penggerjaan Tugas Akhir ini, yaitu kepada :

- 1) Ayah dan Ibu atas dukungan yang tiada putusnya dalam segimateri, moril dan do’anya.
- 2) Bapak Prof. Dr. Ir. H. Nasfryzal Carlo, M.Sc., IPM, PA, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
- 3) Bapak Indra Khadir S.T., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
- 4) Bapak Prof. Dr. Ir. H. Nasfryzal Carlo, M.Sc., IPM, PA dan Ibu Dr. Rini Mulyani. ST. Msc. (Eng) selaku pembimbing yang telah memberikan motivasi, bimbingan, dan masukan kepada penulis.
- 5) Keluarga besar Angkatan Teknik Sipil 2015 Universitas Bung Hatta Padang.

Padang 1 Maret 2023

Fadli Martindo

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penulisan	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penulisan	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tinjauan Umum.....	4
2.2 Siklus Hidrologi	4
2.3 Daerah Aliran Sungai	5
2.4 Analisis Curah Hujan (Presipitasi).....	6
2.5 Analisa Curah Hujan Rencana	9
2.5.1 Distribusi Gumbel	9
2.5.2 Distribusi Normal	11
2.5.3 Distribusi Log Normal	12
2.5.4 Distribusi Log Pearson III	13
2.6 Uji Distribusi Probabilitas	17
2.6.1 Metode Chi-Kuadrat.....	17
2.6.2 Metode Smirnov Kolmogorov	19
2.7 Analisis Debit Banjir Rencana	21
2.7.1 Metode Mononobe	21
2.7.2 Metode Hasper	22
2.8 Perencanaan Dimensi Sungai	23
2.8.1 Analisa Hidrolik	24
2.9 Kemiringan Talud	24

2.10	Kemiringan Sungai.....	24
	2.10.1 Analisa Kapasitas Sungai	24
	2.10.2 Koefisien Kekasarahan Manning	25
2.11	Jagaan (Freeboard)	26
2.12	Analisa Perkuatan Tebing Dengan Pasangan Batu Kali	27
	2.12.1 Perhitungan Stabilitas Tebing	27
	2.12.2 Kontrol Stabilitas.....	31
	BAB III METODOLOGI PERENCANAAN	32
3.1	Kondisi Umum Kawasan	32
	3.1.1 Data Geografis.....	32
	3.1.2 Administratif	32
3.2	<i>Flow Chart</i>	34
3.3	Prosedur Penelitian.....	35
	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1	Daerah Aliran Sungai	37
4.2	Poligon Thiessen	38
	4.2.1 Perhitungan Curah Hujan Rencana	41
4.3	Uji Distribusi Probabilitas	48
	4.3.1 Uji Chi-Kuadrat	48
	4.3.2 Metode Smirnov-Kolmogorov	52
4.4	Perhitungan Debit Banjir Rencana	58
	4.4.1 Metode Mononobe	58
	4.4.2 Metode Hasper	60
4.5	Perhitungan Dimensi Penampang Sungai	63
4.6	Perhitungan Stabilitas Perkuatan Tebing	65
	4.6.1 Akibat Berat Sendiri.....	66
	4.6.2 Akibat Gaya Gempa	68
	4.6.3 Akibat Tekanan Tanah	70
	4.6.4 Kontrol Stabilitas Perkuatan Tebing	72
	BAB V PENUTUP.....	74
5.1	Kesimpulan	74
5.2	Saran.....	75

DAFTAR PUSTAKA	76
-----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sketsa Hidrologi	5
Gambar 2. 2 Stasiun hujan pada DAS.....	7
Gambar 2. 3 Polygon Thiessen	7
Gambar 2. 4 Metode Isohyet.....	8
Gambar 2. 5 Penampang Saluran Trapesium.....	25
Gambar 2. 6 Peta Zona Gempa	30
Gambar 3. 1 Peta Wilayah Administrasi Kabupaten Padang Pariaman.....	33
Gambar 3. 2 Lokasi Studi	33
Gambar 3. 3 <i>Flow Chart</i>	35
Gambar 4. 1 Peta Catchment Area Batang Anai.....	37
Gambar 4. 2 Poligon Thiessen Batang Anai	38
Gambar 4. 3 Potongan Melintang Penampang Sungai.....	62
Gambar 4. 4 Penampang Sungai Untuk Perhitungan Dimensi	64
Gambar 4. 5 Gaya Akibat Berat Sendiri	66
Gambar 4. 6 Gaya Akibat Gempa	68
Gambar 4. 7 Gaya Akibat Tekanan Tanah.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Reduced Variated sebagai Fungsi balik Waktu	10
Tabel 2. 2 Reduced Mean (Yn) & Reduced Standar Deviasi (Sn).....	10
Tabel 2. 3 Nilai Variabel Reduksi Gauss	11
Tabel 2. 4 Faktor frekuensi KT untuk distribusi log pearson tipe III (G atau Cs positif)	13
Tabel 2. 5 Faktor frekuensi KT untuk distribusi log pearson tipe III (G atau Cs negatif)	15
Tabel 2. 6 Nilai χ_{cr2}	18
Tabel 2. 7 Nilai $\Delta kritis$ Uji Smirnov Kolgomorov.....	20
Tabel 2. 8 Wilayah Luas Dibawah Kurva Normal.....	20
Tabel 2. 9 Koefisien pengaliran (C).....	22
Tabel 2. 10 Tinggi Jagaan Tanggul.....	26
Tabel 2. 11 Koefisien zona gempa zona A, B, C, D, E, F.....	29
Tabel 2. 12 Periode ulang dan percepatan gempa dasar	29
Tabel 2. 13 Koefisien Jenis Tanah Untuk Perhitungan Gempa	29
Tabel 2. 14 Nilai Koefisien gesekan	31
Tabel 4. 1 Tabel Perhitungan Hujan rencana Rata-Rata	39
Tabel 4. 2 Curah Hujan maksimum rata-rata	40
Tabel 4. 3 Perhitungan Curah Hujan Rencana Gumbel	41
Tabel 4. 4 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Gumbel	42
Tabel 4. 5 Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Normal.....	43
Tabel 4. 6 Perhitungan Curah Hujan Metode Distribusi Normal	44
Tabel 4. 7 Perhitungan Curah Hujan Distribusi Log Normal	44
Tabel 4. 8 Perhitungan Curah Hujan Distribusi Log Normal	45
Tabel 4. 9 Parameter Statistik Distribusi Probabilitas Log Pearson Tipe III	46
Tabel 4. 10 Perhitungan Curah Hujan Distribusi Log Pearson Tipe III.....	47
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Curah Hujan Rencana	47
Tabel 4. 12 Data Curah Hujan Diurutkan dari besar ke kecil	48
Tabel 4. 13 Perhitungan Nilai X^2 Distribusi Normal	51
Tabel 4. 14 Perhitungan Nilai X^2 Distribusi Gumbel.....	52

Tabel 4. 15 Perhitungan Nilai X^2 Distribusi Log Normal.....	52
Tabel 4. 16 Perhitungan Nilai X^2 Distribusi Log Pearson Tipe III	52
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Nilai X^2 dan X^2_{cr}	52
Tabel 4. 18 Distribusi Gumbel Metode Smirnov-Kolmogorov	54
Tabel 4. 19 Distribusi Normal Metode Smirnov-Kolmogorov	55
Tabel 4. 20 Distribusi Log Normal Metode Smirnov-Kolmogorov	56
Tabel 4. 21 Distribusi Log Pearson Tipe III Metode Smirnov-Kolmogorov.....	57
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Nilai ΔP Hitung dan ΔP Kritis	57
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Perhitungan Nilai Pengujian Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov	58
Tabel 4. 24 Hujan Rencana Distribusi Log Normal.....	58
Tabel 4. 25 Perhitungan Debit Banjir Metode Mononobe	59
Tabel 4. 26 Perhitungan Debit Banjir Metode Hasper.....	61
Tabel 4. 27 Rekapitulasi Debit Banjir Rencana	62
Tabel 4. 28 Tinggi Muka Air h	65
Tabel 4. 29 Beban Akibat Berat Sendiri	68
Tabel 4. 30 Beban Akibat Beban Gempa.....	70
Tabel 4. 31 Momen Akibat Tekanan Tanah.....	72
Tabel 4. 32 Resume Gaya	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah unsur senyawa yang paling banyak yang memiliki peran penting bagi makhluk hidup di planet muka bumi ini, yang dapat menjaga dan mengimbangi ekosistem alam, yang berfungsi sebagai air minum, industri, pertanian, dan perikanan berlangsung secara terus menerus dalam penggunannya setiap waktu (Rivaldy dkk., 2018). Air terdiri dari unsur kimia hidrogen dan oksigen yang terdiri dalam berbagai bentuk wujud zat cair, padat, dan gas. Ilmu ini menyangkut lautan dengan sumbernya dan semua kumpulan air yang memberikan kehidupan di bumi ini.

Indonesia sering mengalami bencana alam, diantaranya bencana banjir yang memiliki potensi cukup besar terhadap dampaknya, karena dilihat dari bentuk topografi dataran rendah, permukaan yang cekung, dan wilayahnya sebagian besar adalah lautan. Banjir adalah kondisi ketika debit air melebihi dari batas kapasitasnya, dimana penampang saluran tidak dapat menampung volume air yang terjadi, sehingga air tergenang dan naik ke daratan. Banjir juga dapat mempengaruhi terjadinya erosi sungai akibat transportasi oleh air dan material lain yang secara terus menerus mengenai tebing sungai, sehingga menyebabkan terjadi pengikisan tanah oleh air, yang dapat mengakibatkan terjadi longsor.

Kondisi Batang Anai mengalami banjir dan erosi, mengakibatkan terjadinya longsor dan penggerusan dasar sungai. Peristiwa ini terjadi pada saat intensitas curah hujan yang tinggi dalam waktu yang lama, dimana aliran dari hulu ke hilir mengalir sangat deras dengan volume yang besar, sehingga mengenai tebing sungai yang membuat kondisi tersebut berbahaya bagi badan sungai.

Faktor yang menyebabkan adalah kerusakan hutan, karena perubahan fungsi kawasan hutan (vegetasi alami) pada bagian hulu sungai dan aktifitas masyarakat yang melakukan penambangan pasir di sekitar badan sungai. Berdasarkan peristiwa tersebut perlu upaya perbaikan penampang sungai dengan cara memperlebar penampang dan perkuatan tebing sungai, agar diperoleh suatu saluran yang ideal dan efisien.

Berdasarkan pada kondisi diatas penulis mengangkat masalah ini sebagai bahan untuk pembuatan Tugas Akhir dengan judul **“STABILITAS PERKUATAN TEBING BATANG ANAI NAGARI SUNGAI BULUH TIMUR KABUPATEN PADANG PARIAMAN”**

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang disajikan dalam Tugas Akhir ini adalah :

- a. Berapa nilai curah hujan rencana dan debit banjir rencana ?
- b. Berapa nilai perhitungan perencanaan dimensi penampang sungai ?
- c. Berapa nilai perhitungan perkuatan tebing ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penulisan

Maksud penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk mengendalikan banjir dan mengurangi kerusakan tebing sungai akibat banjir. Berdasarkan maksud tersebut maka Tujuan Tugas Akhir adalah untuk mengurangi kerusakan tebing sungai agar tidak terjadi banjir dan erosi. Dengan langkah sebagai berikut:

1. Menghitung curah hujan rencana dan debit banjir rencana
2. Merencanakan dimensi penampang sungai
3. Menghitung stabilitas perkuatan tebing

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah diperlukan agar hasil dari pembahasan yang diperoleh dapat lebih terarah. Adapun batasan masalah dalam Tugas Akhir yaitu :

- a. Lokasi studi berada di sungai Batang Anai jorong kuliek nagari sungai buluh timur Kabupaten Padang pariaman.
- b. Data sekunder didapat dari instansi terkait.

1.5 Manfaat Penulisan

- a. Dapat digunakan sebagai bahan referensi dan sumber ilmu pengetahuan tentang stabilitas perkuatan tebing sungai.
- b. Dapat digunakan sebagai acuan bagi perencanaan selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Pembahasan dalam penulisan Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa bab agar terarah dan sistematis. Secara garis besar sistematika penulisan adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang penulis laporan, maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini berisikan teori hidrologi seperti analisa curah hujan, analisa debit banjir, penampang sungai, stabilitas perkuatan tebing dan teori lainnya.

BAB III METODOLOGI

Bab ini berisikan tahapan prosedur penelitian dalam melaksanakan stabilitas perkuatan tebing sungai dan langkah-langkah yang ditempuh dalam pembuatan Tugas Akhir ini yang menuntut penyusunannya secara sistematis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa perhitungan hidrologi, berupa pengolahan data curah hujan, perhitungan debit banjir rencana, perhitungan dimensi penampang sungai, dan stabilisasi perkuatan tebing.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dalam penyelesaian Tugas Akhir.