

STUDI NORAMALISASI SUNGAI BATANG ANAI DI NAGARI SUNGAI BULUH TIMUR, KABUPATEN PADANG PARIAMAN

Indriani Syakbaniah¹⁾

Universitas Bung Hatta

indrianisyakbaniah@gmail.com

Zahrul Umar²⁾

Universitas Bung Hatta

zahrul_umar@yahoo.co.id

ABSTRAK

Sungai Batang Anai salah satu nama sungai yang terdapat di Provinsi Sumatera Barat, sungai ini mengalir dari Lembah Anai hingga ke kota Padang. Aliran Batang Anai ini melalui beberapa daerah dalam wilayah kabupaten Tanah Datar dan kabupaten Padang Pariaman. Batang Anai berhulu di kaki gunung Marapi, gunung Singgalang dan gunung Tandikat dan bertemu di wilayah Padang Panjang melewati celah kaki gunung Tandikat, air terjun lembah Anai hingga bermuara di wilayah perairan Samudra Hindia. Lokasi penelitian berada di Nagari Sungai Buluh Timur Kabupaten Padang Pariaman. Sungai mengalami penyempitan sehingga tidak mampu mengalirkan air dan meluap. Normalisasi sungai merupakan salah satu kegiatan yang bertujuan untuk memperbaiki dan mengembalikan fungsi normal dari sungai itu sendiri, sekaligus mengatasi permasalahan banjir di lokasi sekitar sungai. Penelitian ini memerlukan data curah hujan dari stasiun Kasang, stasiun Kandang IV, stasiun Saning Baka dari tahun 2014 hingga 2023. Jadi didapatkan curah hujan rencana menggunakan metode Distribusi Gumbel, dengan nilai Periode ulang 2 tahun = 146,82 mm, periode 5 tahun = 204,25 mm, periode 10 tahun = 240,36 mm, periode 25 tahun = 282,47 mm, periode 50 tahun = 319,83 mm. debit banjir rencana yang digunakan dalam studi ini yaitu debit banjir rencana dengan periode ulang 25 tahun menggunakan Metode Melchior sebesar 613,327 m³/detik. Perencanaan perkuatan tebing sungai dengan perhitungan diperoleh dengan nilai stabilitas terhadap guling $1,59 > 1,5$ (aman), dan stabilitas terhadap geser $1,66 > 1,5$ (aman).

Kata Kunci: Normalisasi, Curah Hujan, Debit, Stabilitas, Banjir

ABSTRACT

Batang Anai River is one of the river names in West Sumatra Province, this river flows from the Anai Valley to the city of Padang. Batang Anai flows through several areas in the Tanah Datar district and Padang Pariaman district. Batang Anai has its headwaters at the foot of Mount Marapi, Mount Singgalang and Mount Tandikat and meets in the Padang Panjang area through the gap in the foot of Mount Tandikat, the Anai valley waterfall until it empties into the waters of the Indian Ocean. The research location is in Nagari Sungai Buluh Timur, Padang Pariaman Regency. The river has narrowed so that it is unable to drain water and overflow. River normalization is one of the activities aimed at improving and restoring the

normal function of the river itself, as well as overcoming flooding problems in locations around the river. This research requires rainfall data from Kasang station, Kandang IV station, Saning Baka station from 2014 to 2023. So the rainfall plan is obtained using the Gumbel Distribution method, with a value of 2-year return period = 146.82 mm, 5-year period = 204.25 mm, 10-year period = 240.36 mm, 25-year period = 282.47 mm, 50-year period = 319.83 mm. The planned flood discharge used in this study is the planned flood discharge with a return period of 25 years using the Melchior Method of 613.327 m³ / sec. River bank reinforcement planning with calculations is obtained with a stability value against overturning of 1.59 > 1.50 mm.

Keywords: Normalization, Rainfall, Discharge, Stability, flooding

PENDAHULUAN

Sungai didefinisikan sebagai suatu alur yang panjang diatas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan, limpasan, air tanah, mata air, maupun sumber air lainnya. Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu daerah yang memiliki curah hujan yang cukup tinggi, yang mana kondisi geografisnya merupakan dataran dan perbukitan sehingga sering terjadi bencana banjir. Curah hujan yang tinggi serta daya dukung lingkungan yang tidak memadai pada suatu daerah aliran sungai termasuk salah satu penyebab utama terjadinya banjir, hal ini dapat terjadi antara lain menurunnya daya dukung lingkungan terhadap perubahan bentang alam yang dilakukan oleh manusia yang tidak terencana salah satunya adalah kerusakan yang ditimbulkan oleh daya rusak air di Batang Anai.

Banjir bandang di Padang, Sumatera Barat yang disebabkan oleh meluapkan Sungai Batang Anai, pada Mei 2024 lalu, dampak banjir yang menyebabkan sebanyak 159 keluarga yang membuka usaha di sekitar aliran Sungai Batang Anai tersebut terdampak. Diakibatkan penyempitan sungai yang terjadi membuat sungai tak mampu menampung aliran air yang seharusnya, serta pada tahun 2022 jalan akses utama menuju pedesaan tersebut ambles akibat tergerus aliran air dari bukit dan kini putus total sehingga banyak warga harus jalan berputar lebih jauh.

Normalisasi sungai merupakan salah satu kegiatan yang bertujuan untuk memperbaiki dan mengembalikan fungsi normal dari sungai itu sendiri, sekaligus mengatasi permasalahan banjir di lokasi sekitar sungai pada laporan tugas akhir ini. Normalisasi sungai dilakukan untuk peningkatan kondisi aliran sungai dan pengendalian daya rusaknya antara lain melalui perkuatan tebing sungai.

Tujuannya untuk dapat mengendalikan banjir disungai Batang Anai dengan merencanakan normalisasi sungai dengan beberapa langkah yaitu, menghitung curah hujan rencana dan menghitung debit banjir rencana, menentukan kapasitas tampung penampang Sungai Batang Anai, mengetahui dimensi dinding penahan tanah yang aman terhadap guling dan geser.

Manfaat yang dapat diambil diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternative dalam upaya mengatasi dan mengendalikan masalah yang terjadi pada sungai Batang Anai.

METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini untuk menghindari terjadinya pengikisan pada tebing supaya tidak terjadinya longsor. Sehingga dapat menentukan konstruksi yang akan dibangun di sungai Batang Anai tersebut. Tahapan yang digunakan dalam perencanaan normalisasi sungai adalah tahapan persiapan, tahap penganalisaan data.

1. Tahapan Persiapan

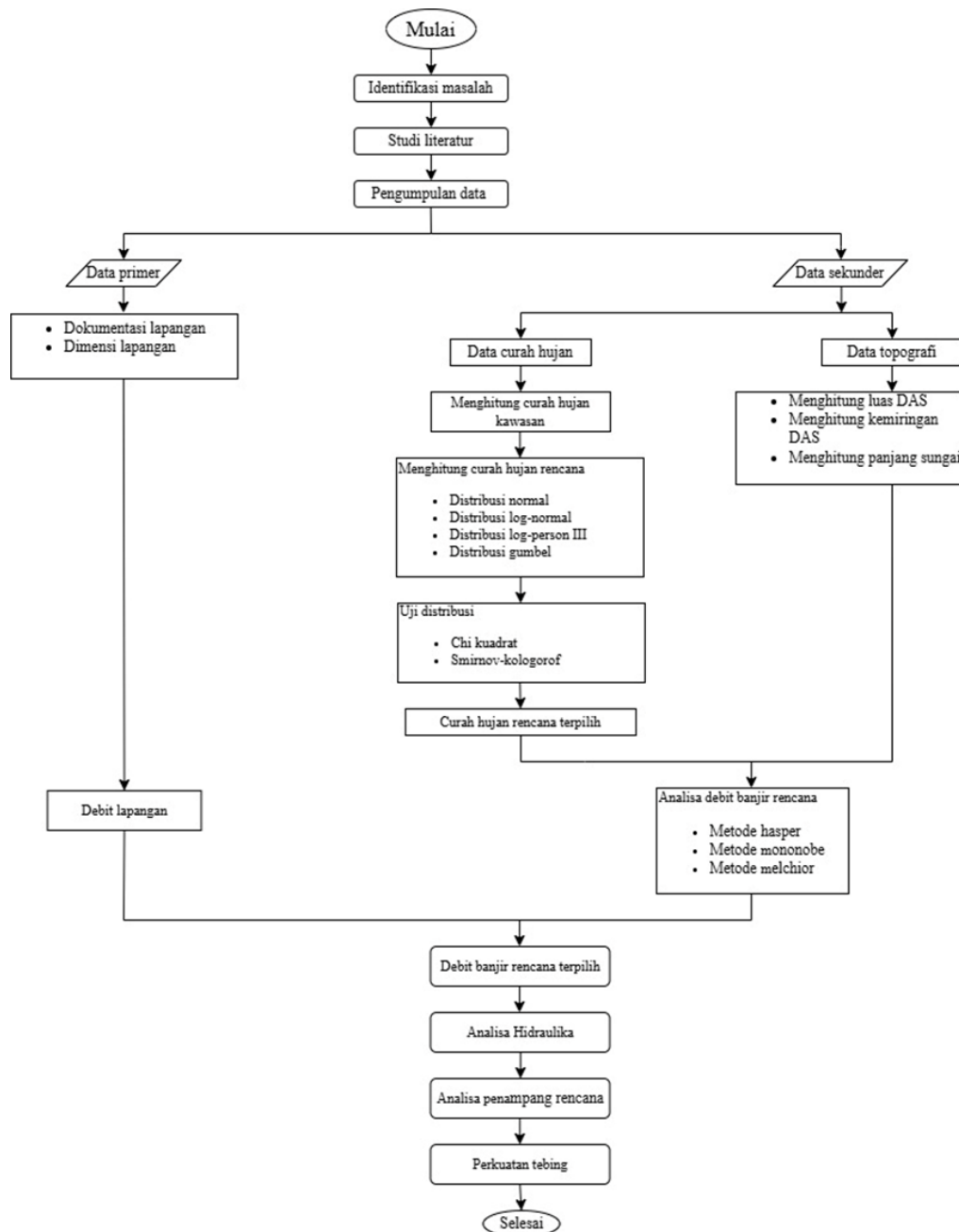
Tahapan persiapan adalah tahapan untuk melakukan identifikasi mengenai penelitian yang akan kita lakukan. Melakukan survey ke sungai Batang Anai, Kabupaten sebagai gambaran awal melakukan penelitian ke lokasi. Pengumpulan data-data yang diperlakukan untuk menghitung debit banjir rencana dan perhitungan dimensi konstruksi yang direncanakan. Mencari referensi melalui jurnal dan buku-buku mengenai perencanaan konstruksi dinding penahan tanah.

2. Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data dibedakan atas dua macam, data primer adalah data yang diperoleh dari sumber pertama dari individu atau perorangan seperti hasil dari wawancara, Survey lokasi yang dijadikan tempat penelitian, dan melakukan pengukuran sungai keadaan ekisting. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi terkait. Data curah hujan pengumpulan data hidrologi atau data curah hujan harian diperoleh dari data curah hujan stasiun terdekat ke lokasi pekerjaan, peta topografi peta yang didapatkan dari dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) Provinsi Sumatera Barat, dan data geometri sungai data penampang melintang sungai (cross section) data data penampang memanjang sungai (long section) yang didapat dari Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) Provinsi Sumatera Barat.

3. Analisa Data

Dalam menganalisa data untuk penelitian ini dilakukan beberapa langkah, observasi lapangan dan pengukuran observasi lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi dan dimensi penampang dilapangan dimana pada saat proses pengukuran dimensi untuk mendapatkan data penampang digunakan alat berupa meteran untuk mendapatkan data dimensi sungai yang kemudian data tersebut dapat diolah dan kemudian dibandingkan dengan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, analisa peta dilakukan analisa peta DAS (Daerah Aliran Sungai) selanjutnya analisa Poligon Thiessen analisa metode ini memberikan bobot tertentu untuk setiap stasiun hujan dengan pengertian bahwa setiap stasiun hujan mewakili hujan dalam satu daerah dengan luas tertentu termasuk faktor koreksi bagi hujan distasiun yang bersangkutan, melakukan perhitungan analisa hidrologi mencari hujan maksimum tahunan dari pos stasiun hujan menghitung hujan rencana berdasarkan analisis frekuensi dengan menggunakan distribusi, Metode Distribusi Normal, Metode Distribusi Log-Normal, Metode Distribusi Log-Person III, Metode Gumbel, menghitung uji distribusi probabilitas menggunakan, Metode Chi-Kuadrat (X^2), Metode Smirnov-Kolmogorov. Analisa hidraulika, analisa ini bertujuan untuk memberikan dimensi penampang saluran yang cocok dengan perhitungan yang telah dilakukan. Analisa Sungai Batang Anai, dari hasil pengamatan dilapangan didapatkan data lebar sungai (b), tinggi muka air (h), dan tinggi jagaan (f). Dari data lapangan yang didapatkan debit banjir sesaat yang pernah terjadi, misalnya Q_b . kemudian dihitung kapasitas tampung di masing-masing dimensi atau penampang melintang sungai misalnya didapatkan Q_1 . Selanjutnya dibandingkan Q_b dengan Q_1 , bila $Q_b > Q_1$ maka terjadi limpasan.

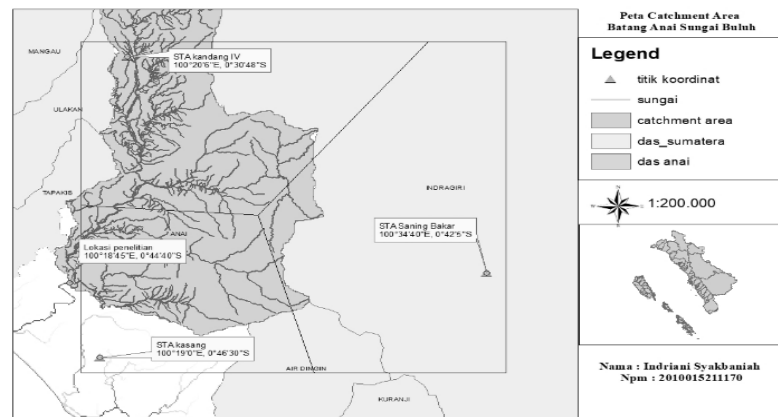


Gambar 1. Bagan alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis ketersediaan data, stasiun curah hujan yang berpengaruh di DAS Batang Anai ini diambil tiga stasiun yang terdekat dari Sub DAS Batang Anai yaitu Stasiun Kasang, Stasiun Kandang IV dan Stasiun Saning Bakar dengan rentang waktu 10 tahun pengamatan terhitung dari tahun 2014-2023. Data yang digunakan untuk penelitian tugas akhir ini adalah data curah hujan yang akan digunakan sebagai dasar perencanaan untuk mendapatkan besaran curah hujan maksimum yang mempengaruhi daerah aliran sungai tersebut.

Setelah dilakukan pengumpulan data dan mencari pengaruh stasiun hujan pada DAS Batang Anai, maka diperoleh luas curah hujan yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2. Peta Pengaruh Stasiun Hujan

Dari peta catchment area diatas didapatkan luas masing-masing stasiun curah hujan yang terdekat dengan sub DAS Batang Anai sebagai berikut:

Tabel 1. Data curah hujan harian

No	Stasiun Curah Hujan	Lokasi		Luas Wilayah (Km2)	Ketentuan Data
		Lintang Selatan	Bujur Timur		
1	Stasiun Kasang	100° 19' 0"	0° 46' 30"	55,484	2014 s/d 2023
2	Stasiun Kandang IV	100° 20' 06"	0° 30' 48"	77,884	2014 s/d 2023
3	Stasiun Saning Bakar	100° 34' 40"	0° 42' 05"	39,991	2016 s/d 2023

Analisis curah hujan rata-rata kawasan, metode yang digunakan untuk mencari luas kawasan pada penelitian ini adalah metode Polygon Thiessen. Polygon Thiessen merupakan metode untuk menghitung curah hujan rata-rata dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap-tiap titik. Dalam perhitungan curah hujan rata-rata daerah dari data curah hujan di beberapa stasiun pengamatan sebagai berikut:

Tabel 2. Data curah hujan harian

No	Kejadian			Hujan harian maksimum (mm)			Hujan harian rata-rata (mm)	Hujan harian maksimum rata-rata (mm)
	Tahun	Bulan	Tanggal	Kasang	Kandang IV	Saning Bakar		
1	2014	4	20	194	8	0	66	204
		12	13	50	184	13,8	204	
		11	23	70	35	45,8	68	
2	2015	6	16	145	0	0	47	24
		11	21	67	125,5	0	147	
		12	12	0	12,8	108	38	
3	2016	3	22	294	0	0	95	191
		4	10	0	191	0	191	
		4	9	0	0	105	25	

No	Kejadian			Hujan harian maksimum (mm)			Hujan harian rata-rata (mm)	Hujan harian maksimum rata-rata (mm)
	Tahun	Bulan	Tanggal	Kasang	Kandang IV	Saning Bakar		
4	2017	8	21	162	42	0	94	130
		1	1	0	128	5	130	
		3	3	0	3	117	30	
5	2018	8	21	162	4	0	56	160
		12	10	30	142	35	160	
		11	30	0	32	62	47	
6	2019	1	3	131	31	0	73	131
		11	24	0	131	0	131	
		10	26	0	41	84	61	
7	2020	10	19	123	0	0	40	174
		4	24	52	156	5	174	
		7	4	3	0	95	23	
8	2021	9	29	248	82	35	170	170
		10	18	22	129	38	145	
		9	28	32	30	95	63	
9	2022	8	29	180	44	19	106	138
		6	10	0	137	1	138	
		10	1	73	73	126	126	
10	2023	5	6	140	163	25	214	214
		5	6	0	163	25	169	
		1	23	74	67	93	113	

Jumlah hujan maksimum harian rata-rata metode Thiessen didapat yaitu $P = 66 \text{ mm}$. Analisa distribusi frekuensi, salah satu hal terpenting dalam analisa hidrologi adalah menafsirkan probabilitas suatu kejadian yang akan datang berdasarkan data hidrologi yang diperoleh dari pencatatan yang telah lampau. Untuk maksud tersebut digunakan konsep probabilitas dalam analisa hidrologinya. Maka untuk mendapatkan besarnya hujan rencana berdasarkan data hujan yang telah terjadi tersebut, maka dilakukan analisis statistik distribusi curah hujan harian maksimum dengan analisis frekuensi. Untuk memperoleh hujan rencana ini biasanya digunakan Distribusi probabilitas normal, hasil perhitungan curah hujan rencana Distribusi normal dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Normal

No	T	KT	X	Sd	XT
1	2	3	4	5	6
1	2	0	155,9	45,7	155,9
2	5	0,84	155,9	45,7	194,288
3	10	1,28	155,9	45,7	214,396
4	25	1,71	155,9	45,7	234,047
5	50	2,05	155,9	45,7	249,585

Distribusi probabilitas gumbel, sedangkan untuk hasil perhitungan curah hujan rencana distribusi gumbel dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel

No	T	Yn	Sn	Yt	Yt-Yn	k	H. Rencana (XT)
1	2	3	4	5	6=5-3	7=6/4	8
1	2	0,4952	0,9497	0,3065	-0,1887	-0,1987	146,82
2	5	0,4952	0,9497	1,4999	1,0047	1,0579	204,25
3	10	0,4952	0,9497	2,2504	1,7552	1,8482	240,36
4	25	0,4952	0,9497	3,1255	2,6303	2,7696	282,47
5	50	0,4952	0,9497	3,9019	3,4067	3,5871	319,83

Distribusi probabilitas log normal, sedangkan untuk hasil perhitungan curah hujan rencana distribusi log normal dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Log Normal

No	T	KT	Log X	S Log X	Log XT	Hujan Rencana (mm)
1	2	3	4	5	6 = 4 + 3*5	7 = n^6
1	2	0	2,164	0,1891	2,1640	145,88
2	5	0,84	2,164	0,1891	2,3228	210,30
3	10	1,28	2,164	0,1891	2,4060	254,71
4	25	1,71	2,164	0,1891	2,4874	307,16
5	50	2,05	2,164	0,1891	2,5517	356,17

Distribusi probabilitas log person III, sedangkan untuk hasil perhitungan curah hujan rencana distribusi log person type III dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person Type III

No	T	KT	Log X	S Log X	Log XT	Hujan Rencana (mm)
1	2	3	4	5	6= 4 + 3*5	7 = n^6
1	2	0,330	2,164	0,189	2,2264	168,42
2	5	0,732	2,164	0,189	2,3024	200,63
3	10	0,849	2,164	0,189	2,3245	211,12
4	25	0,888	2,164	0,189	2,3319	214,73
5	50	0,9	2,164	0,189	2,3342	215,85

Uji distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Terdapat dua metode pengujian distribusi probabilitas, yaitu Metode Chi-Kuadrat dan Metode Smirnov-Kolmogorof. Metode Chi-Kuadrat (X^2), dengan derajat nyata atau derajat kepercayaan (α) tertentu sebesar 5%. Selanjutnya distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis. Dengan rekapitulasi perhitungan sebagai berikut:

Tabel 7. Rekapitulasi perhitungan (X^2_{cr}) dan (X^2)

No	Distribusi probabilitas	X^2 Terhitung	X^2 Kritis	Keterangan
1	Normal	2	5.991	Diterima
2	Gumbel	3	5.991	Diterima
3	Log normal	4	5.991	Diterima
4	Log person III	5	5.991	Diterima

Distribusi yang dipilih adalah distribusi Normal karena nilai X^2 hitung < dari X^2 kritis (paling kecil) = 2 < 5.991 (yang terkecil). Dengan nilai curah hujan rencana untuk periode ulang 2, 5, 10, dan 50 tahun dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 8. Rekapitulasi nilai curah hujan rencana

No	T	Distribusi normal	Distribusi gumbel	Distribusi log normal	Distribusi log person
1	2	3	4	5	6
1	2	155,90	146,82	145,88	168,42
2	5	194,29	204,25	210,30	200,63
3	10	214,40	240,36	254,71	211,12
4	25	234,05	282,47	307,16	214,73
5	50	249,59	319,83	356,17	215,85

Hasil perhitungan uji probabilitas Smirnov-kolmogorof dapat direkapitulasi berikut:

Tabel 9. Rekapitulasi Uji Probabilitas Smirnov-Kolmogorof

No	Distribusi Probabilitas	ΔP hitung	ΔP kritis	Keterangan
1	Normal	0,8220	0,409	Tidak Diterima
2	Gumbel	0,0880	0,409	Diterima
3	Log Normal	0,0985	0,409	Diterima
4	Log Person III	0,2543	0,409	Diterima

Distribusi yang dipilih adalah distribusi Gumbel karena nilai ΔP hitung < dari ΔP kritis (paling kecil) = 0,0880 < 0,409 (yang terkecil). Dengan nilai curah hujan rencana untuk periode ulang 2, 5, 10, dan 50 tahun dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 10. Rekapitulasi Nilai Curah Hujan Rencana

No	T	Distribusi Normal	Distribusi Gumbel	Distribusi Log-Normal	Distribusi Log Person
1	2	3	4	5	6
1	2	155,90	146,82	145,88	168,42
2	5	194,29	204,25	210,30	200,63
3	10	214,40	240,36	254,71	211,12
4	25	234,05	282,47	307,16	214,73
5	50	249,59	319,83	356,17	215,85

Berdasarkan perhitungan uji probabilitas dengan kedua metode tersebut maka didapatkan hasil dari metode chi-kuadrat dengan Δp hitung < Δp kritis terkecil yaitu metode Log normal dengan nilai 2 < 5,991, sedangkan untuk metode smirnov-kolmogorof didapatkan Δp hitung < Δp kritis terkecil yaitu metode Gumbel dengan nilai 0,0880 < 0,409.

Tabel 11. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Uji Probabilitas

No	Distribusi	Chi-Kuadrat		Smirnov-kolmogorof		Keterangan
		ΔP hitung	ΔP kritis	ΔP hitung	ΔP kritis	
1	Normal	2	5.991	0,8220	0,409	diterima
2	Gumbel	3	5.991	0,0880	0,409	diterima
3	Log Normal	4	5.991	0,0985	0,409	diterima
4	Log Person Type III	5	5.991	0,2543	0,409	diterima

Untuk mendapatkan curah hujan rencana terpilih dilakukan dengan cara mencari nilai T25 yang terbesar dari kedua hasil uji probabilitas yang telah dicari, maka didapatkan curah hujan rencana terpilih dengan metode gumbel dengan tabel rekapitulasi sebagai berikut:

Tabel 12. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Uji Probabilitas

No	T	Distribusi Normal	Distribusi Gumbel	Distribusi Log-Normal	Distribusi Log Person
1	2	3	4	5	6
1	2	155,90	146,82	145,88	168,42
2	5	194,29	204,25	210,30	200,63
3	10	214,40	240,36	254,71	211,12
4	25	234,05	282,47	307,16	214,73
5	50	249,59	319,83	356,17	215,85

Analisa Debit Banjir Rencana, debit banjir rencana adalah debit aliran disungai atau saluran yang besarnya ditentukan berdasarkan periode ulang tertentu. Pertimbangan teknis dalam perhitungan debit banjir rencana adalah pemilihan koefisien pengaliran yang berkaitan erat dengan kondisi daerah pengaliran dan karakteristik hujan yang jatuh pada daerah aliran sungai tersebut. Analisa debit banjir rencana dihitung berdasarkan data hujan rencana yang dilakukan dengan melihat hubungan banjir yang akan terjadi dengan distribusi curah hujan rencana untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun. Pemilihan untuk data curah hujan yang akan digunakan dalam menganalisis debit banjir rencana adalah data pada distribusi probabilitas gumbel sebagai berikut:

Tabel 13. Nilai Terpilih Distribusi Gumbel

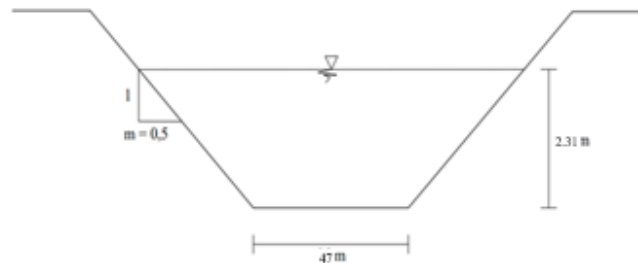
No	T	Yn	Sn	Yt	Yt-Yn	k	H. Rencana (XT)
1	2	3	4	5	6 = 5-3	7 = 6/4	8
1	2	0,4952	0,9497	0,3065	-0,1887	-0,1987	146,82
2	5	0,4952	0,9497	1,4999	1,0047	1,0579	204,25
3	10	0,4952	0,9497	2,2504	1,7552	1,8482	240,36
4	25	0,4952	0,9497	3,1255	2,6303	2,7696	282,47
5	50	0,4952	0,9497	3,9019	3,4067	3,5871	319,83

Hasil perhitungan debit banjir rencana (Q) metode Hasper, Metode mononobe dan metode Melchior dirangkum sebagai berikut:

Tabel 14. Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir Rencana

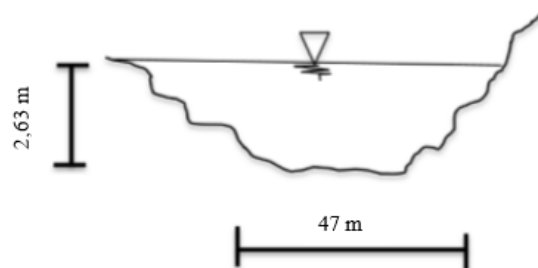
No	Periode Ulang (Tahun)	Hasper (m ³ /detik)	Mononobe (m ³ /detik)	Melchior (m ³ /detik)
1	2	2145,2176	940,6447	318,7880
2	5	2984,2967	1308,5679	443,4785
3	10	3511,9729	1539,9457	521,8933
4	25	4127,2554	1809,7376	613,3267
5	50	4673,1419	2049,1004	694,4477

Analisa Debit Lapangan, untuk menentukan nilai debit lapangan pada sungai Batang Anai diketahui lebar (b) 47 m, tinggi (h) 2,31 m, panjang sungai (L) 1,308 m, keiringan 0,003 dan koefisien stickler (Ks) 35. Debit banjir aktual yang ada dilapangan sebesar 352,62 m³/detik mendekati nilai debit banjir rencana dengan menggunakan Metode Melchior periode ulang 5 tahun sebesar 443,48 m³/detik. Dengan demikian debit banjir rencana periode 25 tahun mengikuti metode Melchior yaitu sebesar 613,327 m³/detik.



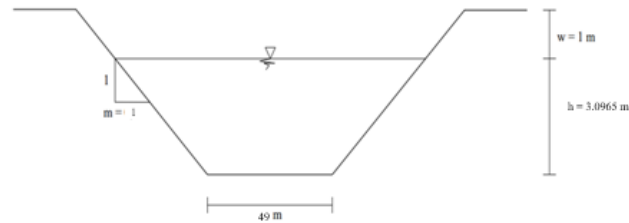
Gambar 3. Penampang Saluran

Kontrol Penampang Ekisting dalam mengalirkan Banjir Pada Patok BT 19 Sampai BT 38, diketahui lebar dasar sungai (b) 47 m, kemiringan dasar sungai (I) 0,003, kemiringan talud (m) 0,5, koefisien strickler 35. Dari nilai yang diketahui nilai debit banjir (Q) = 437,12 m³/detik. Dan dapat disimpulkan jika banjir dengan periode ulang 5 tahu terjadi air sungai sudah melimpah 443,4785 m³/detik > 437,12 m³/detik.



Gambar 4. Profil Sungai

Analisa Penampang Rencana, Karena penampang tersedia tidak dapat menampung debit banjir yang terjadi dan menimbulkan genangan, maka direncanakan penampang sungai berbentuk Trapesium, untuk debit banjir rencana (Qbanjir) diambil Q25 tahun rencana sebesar 613,327 m³/detik. Diketahui lebar (b) 49 m, koefisien stickler (K) 35, kemiringan (I) 0,003, kemiringan talud 1.



Gambar 5. Penampang Sungai Rencana

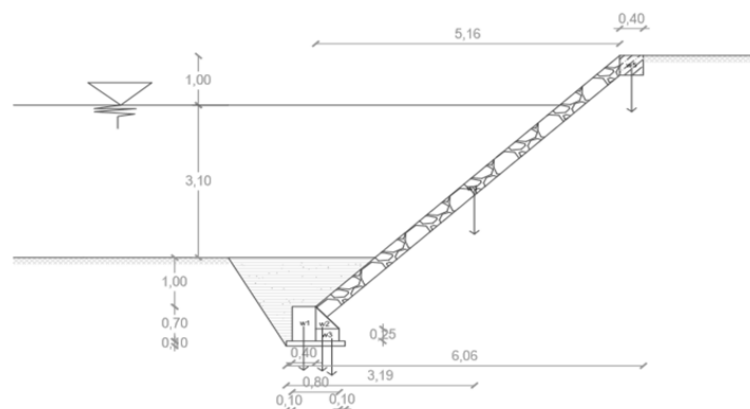
Dengan demikian dari perhitungan menggunakan h coba-coba tersebut didapat tinggi muka air banjir $h = 3,0965$ meter.

Tabel 15. Perhitungan Tinggi Air Banjir (h)

h	b	Q_{25}	i	k	m	A	P	R	$Q/K.I^{1/2}$	$A^{5/3}$	$p^{2/3}$	$A^{5/3}/P^{2/3}$	V
3,0965	49	613,3267	0,003	35	1	161,317	57,758	2,793	319,9361	4780,42	14,9420	319,9314	3,802

Kedalaman gerusan ini umumnya didasarkan pada teori Lacey Regime Channels yaitu: Saluran yang dibentuk pada material dasar yang mudah tererosi tapi tidak mengalami degradasi atau aggradasi dalam jangka panjang, bentuk penampang melintang dapat bervariasi dalam jangka pendek dan saluran dapat berpindah kesamping karena proses erosi dan pengendapan yang terjadi terus-menerus. Untuk menentukan kedalaman gerusan pada Batang Anai data yang digunakan yaitu, D50 2,4 mm (analisa saringan), Q_{25} 613,32 $m^3/detik$, lebar (b) 49 m, tinggi (h) 3,0965 m. Dari perhitungan gerusan tersebut didapat jumlah dari semua metode yaitu 22.3 meter. Jadi, kedalaman rata-rata gerusan = $22,3/8 = 2,8$ meter.

Stabilitas perkuatan tebing bertujuan untuk memeriksa stabilitas perkuatan tebing terhadap guling dan geser serta memeriksa tegangan tanah yang timbul akibat gaya yang ditimbulkan oleh beban konstruksi. Akibat berat sendiri, berat sendiri perkuatan tebing adalah berat yang diakibatkan oleh bangunannya. Berat sendiri perkuatan tebing tergantung kepada bahan yang digunakan untuk membuat bangunan perkuatan tebing tersebut adalah pasangan batu kali dengan berat jenis $\gamma = 2,2 \text{ t/m}^3$. Akibat berat sendiri perkuatan tebing dapat kita lihat sebagai berikut:



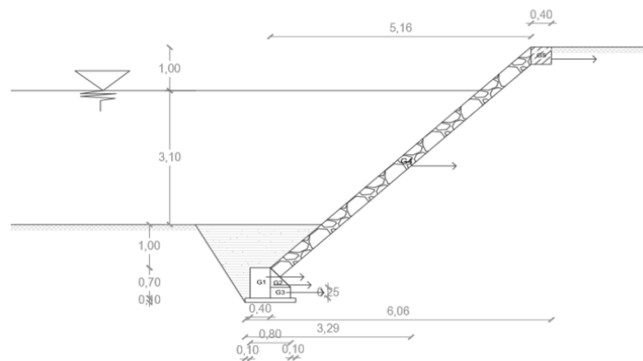
Gambar 6. Akibat Berat Sendiri

Untuk Perhitungan Berat Sendiri pada perencanaan perkuatan tebing sungai Batang Anai dapat dilihat pada Tabel 4.42 dibawah ini:

Tabel 16. Perhitungan Tinggi Air Banjir (h)

No	Beban	Luas				Bj Pasangan Batu (Ton/m ³)	Gaya (T)	Lengan Momen (m)	Momen (T.m)
		(m)	Alas (m)	Tinggi (m)	=				
1	W1		0,4	0,7	0,3	2,4	0,7	0,20	0,13
2	W2	0,5	0,4	0,45	0,1	2,4	0,2	0,53	0,115
3	W3		0,4	0,25	0,1	2,2	0,2	0,20	0,044
4	W4		5,83	0,4	2,3	2,4	5,6	2,92	16,31
5	W5		0,4	0,4	0,2	2,4	0,4	0,20	0,077
Jumlah							7,089		16,685

Akibat gaya gempa, gaya yang diakibatkan oleh gempa harus diperhitungkan terhadap kekuatan bangunan. Gaya gempa ini bekerja kearah yang berbahaya dengan garis kerja melewati titik bangunan dalam mendatar. Pada peta zona gempa dapat dilihat pembagian wilayah gempa yang berbeda. Berdasarkan zona gempa zona berada pada gambar berwarna merah yang memiliki koefisien gempa sebesar 1,10.



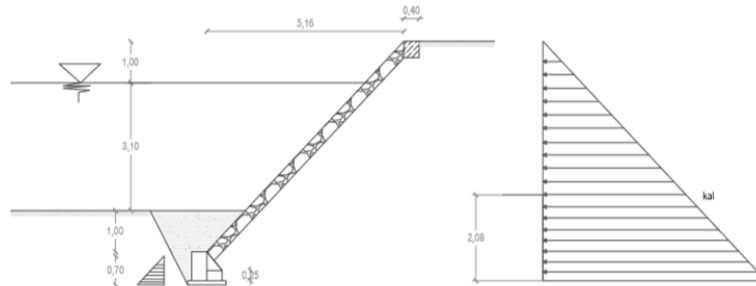
Gambar 7. akibat gaya gempa

Untuk Perhitungan stabilitas tebing akibat gaya gempa dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 17. Perhitungan Akibat Gaya Gempa

Beban	Gaya (t)	Koef.Gempa	Gaya Gempa (t)	Lengan Momen (m)	Momen (t.m)
G1	0,7	0,17	0,119	0,35	0,042
G2	0,2	0,17	0,034	0,15	0,005
G3	0,2	0,17	0,044	0,13	0,006
G4	5,8	0,17	1,156	2,915	3,370
G5	0,4	0,17	0,068	0,20	0,014
Jumlah			1,421		3,436

Akibat tekanan tanah, gaya-gaya yang timbul akibat tekanan tanah. Stabilitas perkuatan tebing akibat gaya tekanan tanah dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



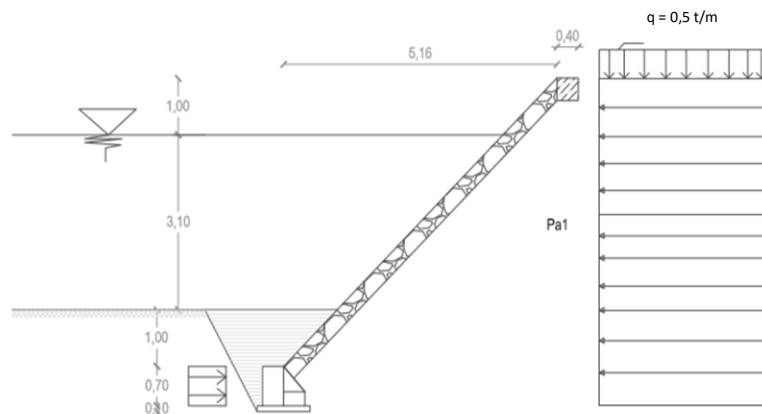
Gambar 8. Akibat Gaya Tekanan Tanah

Untuk Perhitungan stabilitas tebing akibat tekanan tanah dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 18. Perhitungan Akibat Gaya Gempa

	Gaya (t)	Lengan Momen (m)		Momen (t.m)	
		V	H	Tahan	Geser
Pal	0,68		2,08		1,41
Pp	0,51		0,24	0,12	
	0,17		2,32	0,12	1,41

Akibat beban merata, stabilitas perkuatan tebing akibat gaya tekanan tanah dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 9. Akibat beban merata

Untuk Perhitungan selanjutnya dilanjutkan dengan tabel dibawah ini :

Tabel 19. Perhitungan Akibat Beban Merata

Beban	Gaya (t)	Lengan Momen		Momen (t.m)	
		V	H	V	H
q	0,97		5,9		5,72
Jumlah	0,97				5,72

Selanjutnya perhitungan resume gaya-gaya yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 20. Resume Perhitungan Stabilitas Perkuatan Tebing

Uraian	Besar Gaya (t)		Momen (t.m)	
	V	H	Tahan	Geser
Berat Sendiri	7,089		16,685	

Uraian	Besar Gaya (t)		Momen (t.m)	
	V	H	Tahan	Geser
Gaya Gempa		1,42		3,44
Tekanan Tanah		0,17	0,12	1,41
Beban Merata		0,97		5,72
	7,0888	2,561	16,805	10,57

Kontrol stabilitas terhadap tebing, Setelah dilakukan perhitungan terhadap gaya-gaya yang berkerja, selanjutnya dilakukan perhitungan stabilitas terhadap tebing. Didapat nilai kontrol terhadap guling $1,59 \geq 1.5$ (aman) dan kontrol terhadap geser $1,66 \geq 1.5$ (aman).

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan serta hasil dan pembahasan dapat disimpulkan, dengan data-data yang telah didapat, dari hasil perhitungan analisa curah hujan rencana, didapatkan curah hujan rencana terpilih dengan menggunakan Metode Distribusi Gumbel, dengan nilai Periode 2 tahun 146,82 mm, periode 5 tahun 204, 25 mm, periode 10 tahun 240,36 mm, periode 25 tahun 282,47 mm, periode 50 tahun 319, 83 mm. Debit banjir rencana terpilih yang digunakan dalam studi ini yaitu debit banjir rencana dengan periode ulang 25 tahun dengan menggunakan metode Melchior sebesar 613,327 m³/detik. Selanjutnya direncanakan dimensi penampang berbentuk trapesium sesuai, yang didapatkan lebar 49 m, tinggi 3,0965 m serta tinggi jagaan 1 m. Dan tipe perkuatan tebing pada Sungai Batang Anai ini menggunakan tipe perkuatan tebing Batu Kali, dengan nilai stabilitas terhadap guling $1,59 > 1,5$ aman, dan stabilitas terhadap geser $1,66 > 1,5$ aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Dr. Ir. Zahrul Umar, Dipl. HE, Analisis Pemilihan Hujan Kawasan, Pemilihan Tipe Mercu Bendung dan, Pemilihan Peredam Energi/Kolam Olak.
- Husein, Umar. 2011. Metode Penelitian Untuk Skripsi dan Tesis Bisnis Edisi 11. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- Kamiana, I. M. (2011). Teknik perhitungan debit rencana bangunan air. yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lifia Rusvinda Yenti and Zahrul Umar. (2024). Analisis Perkuatan Tebing Batang Air Haji di Kabupaten Pesisir Selatan. *Tugas Akhir Universitas Bung Hatta*.
- Sosrodarsono, S. (1985). “Perbaikan dan Pengaturan Sungai.”
- Wike Nutesa. (2024). Perencanaan Normalisasi Sungai Batang Lumbo Nagari Pasar Baru, Kecamatan Bayang, Kabupaten Pesisir Selatan. *Tugas Akhir Universitas Bung Hatta*.