

ANALISIS KAPASITAS PENAMPANG SUNGAI DAN PERKUATAN TEBING BATANG SUNGAI LIMAU DI KABUPATEN PADANG PARIAMAN

Aprido Adha¹

Universitas Bung Hatta

diyoadha@gmail.com

Mawardi Samah²

Universitas Bung Hatta

mawardi@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Kecamatan Sungai Limau merupakan kecamatan yang rentan terhadap banjir. Menurut data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Padang Pariaman, Kenagarian Kuranji Hilir, Kecamatan Sungai Limau, Kabupaten Padang Pariaman adalah wilayah yang paling sering mengalami banjir. Karena curah hujan yang tinggi selama waktu yang lama, air di Batang Sungai Limau meluap. Banjir terjadi pada 07 Maret 2024 pukul 17.15 WIB. Setelah hujan tanpa henti dari pukul 14.00 WIB dan mulai pukul 16.00 WIB hujan ekstrem mengguyur kawasan Batang Sungai Limau, genangan air setinggi satu meter menyebabkan rumah, pasar dan sawah penduduk di sekitar pinggiran sungai terendam. Banjir pada Batang Sungai Limau terjadi karena sungai tidak mampu mengalirkan debit ketika debit maksimum. Fenomena ini dibuktikan oleh meluapnya aliran sungai tersebut. Hal ini menandakan bahwa penampang sungai belum memadai untuk mengalirkan debit yang besar. Pada penelitian ini bertujuan untuk menghitung curah hujan rencana, menghitung debit rencana, merencanakan dimensi penampang Sungai yang ideal dan merencanakan perkuatan tebing. Perhitungan Analisa curah hujan rencana terpilih menggunakan metode distribusi Gumbel dengan nilai Periode ulang 2 tahun = 75,221 mm, periode ulang 5 tahun = 97,412 mm, periode ulang 10 tahun = 111,381 mm, periode ulang 25 tahun = 127,656 mm, periode ulang 50 tahun = 142,091 mm. Perhitungan debit banjir rencana terpilih dengan menggunakan metode Weduwen dengan kala ulang 25 tahun sebesar 251,15 m³/dt. Direncanakan dimensi penampang berbentuk trapesium sesuai, yang didapatkan lebar = 27 m, tinggi = 2,67 m, serta tinggi jagaan 0,8 m. Serta tipe perkuatan tebing pada Sungai Batang Sungai Limau ini menggunakan tipe perkuatan tebing Batu Kali yang berbentang miring, dengan nilai stabilitas terhadap guling $2,7 > 1,5$ (aman), dan stabilitas terhadap geser $1,7 > 1,5$ (aman).

Kata Kunci: Banjir, Dimensi Penampang, Perkuatan Tebing.

ABSTRACT

Sungai Limau Subdistrict is a subdistrict that is prone to flooding. According to data from the Regional Disaster Management Agency of Padang Pariaman Regency, Kenagarian Kuranji Hilir, Sungai Limau Subdistrict, Padang Pariaman Regency is the area most frequently affected by flooding. Due to high rainfall over a long period of time, the water in the Limau River overflowed. The flood occurred on March 7, 2024, at 5:15 p.m. Western Indonesian

Time. After continuous rain from 2:00 PM WIB and extreme rain starting at 4:00 PM WIB in the Batang Sungai Limau area, one-meter-high floodwaters submerged houses, markets, and rice fields belonging to residents living near the river. The flooding in Batang Sungai Limau occurred because the river was unable to drain the maximum discharge. This phenomenon was evidenced by the overflowing of the river. This indicates that the river cross-section is not adequate to drain large discharge. This study aims to calculate the planned rainfall, calculate the planned discharge, plan the ideal river cross-section dimensions, and plan the reinforcement of the riverbanks. The calculation of the selected planned rainfall analysis uses the Gumbel distribution method with a 2-year return period = 75,221 mm, a 5-year return period = 97,412 mm, a 10-year return period = 111,381 mm, a 25-year return period = 127,656 mm, and a 50-year return period = 142,091 mm. The selected flood discharge calculation uses the Weduwen method with a 25-year return period of 251,15 m³/s. The cross-section dimensions are planned to be trapezoidal, with a width of 27 m, a height of 2.67 m, and a safety height of 0.8 m. The type of slope reinforcement used on the Batang Sungai Limau River is a sloping river rock slope reinforcement, with a stability value against overturning of $2,7 > 1,5$ (safe) and a stability value against sliding of $1,7 > 1,5$ (safe).

Keywords: Flood, Cross-Section Dimensions, Slope Reinforcement.

PENDAHULUAN

Kabupaten Padang Pariaman dilalui oleh 11 aliran sungai salah satunya adalah Batang Sungai Limau yang terletak di Kecamatan Sungai Geringging dan Kecamatan Sungai Limau. Batang Sungai Limau memiliki panjang sungai 14 km. Kecamatan Sungai Limau merupakan kecamatan yang rentan terhadap banjir. Menurut data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Padang Pariaman, Kenagarian Kuranji Hilir, Kecamatan Sungai Limau, Kabupaten Padang Pariaman adalah wilayah yang paling sering mengalami banjir. Karena curah hujan yang tinggi selama waktu yang lama, air di Batang Sungai Limau meluap. Berdasarkan data dari BPBD Kabupaten Padang Pariaman hampir setiap tahun banjir terjadi di Pasar Sungai Limau, terutama dalam beberapa tahun sebelumnya di Batang Sungai Limau, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat, seperti pada 7 Maret 2024 Pasar Sungai Limau terendam banjir, berdasarkan informasi yang dihimpun dari Masyarakat, banjir besar sering terjadi. Banjir Batang Sungai Limau menyebabkan rumah, pasar, jalan dan sawah penduduk di sekitar pinggiran sungai terendam dan mengakibatkan aktivitas di pasar tidak berjalan seperti biasanya.

Banjir sebenarnya bukan masalah baru di dunia perairan. Curah hujan yang tinggi dan berkelanjutan dapat menyebabkan aliran permukaan meningkat yang disebabkan oleh daya serap tanah yang lemah dan kondisi daerah pengaliran sungai yang tidak mampu menahan air hujan. Kedua faktor ini dapat menyebabkan banjir. Selain itu, tindakan manusia seperti pemukiman di bantaran sungai, membuang sampah sembarangan, dan lainnya dapat menyebabkan banjir.

Penelitian ini mengkaji kapasitas Batang Sungai Limau untuk menghitung curah hujan, menghitung debit banjir rencana, merencanakan dimensi penampang sungai yang mampu memfasilitas aliran debit banjir rencana, dan mengetahui dimensi dinding penahan tanah yang aman terhadap guling dan geser. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat nyata yaitu memberikan pengetahuan kepada masyarakat sekitar tentang kapasitas sungai,

menjadi masukan bagi pemerintah Kabupaten Padang Pariaman, khususnya Kecamatan Sungai Limau sebagai masukan agar memenuhi kelayakan Batang Sungai Limau, dan Sebagai Referensi bagi peneliti selanjutnya.

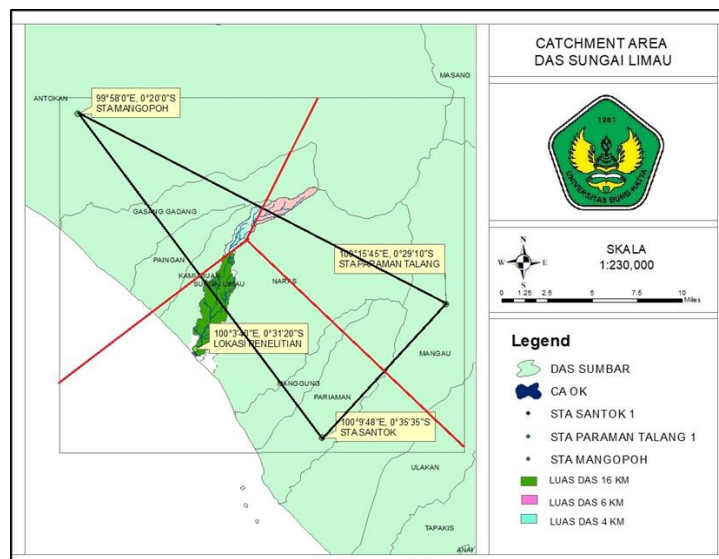
METODE PENELITIAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Sungai Limau berada di Kecamatan Sungai Limau Kabupaten Padang Pariaman. Sungai ini berhulu pada sekitar sungai geringging dan bermuara di Samudera Hindia. Bagian hilir, aliran Batang Sungai Limau melewati jalan lintas Padang-Lubuk Basung dan pasar sungai limau. Jarak aliran sungai dengan pasar sungai limau sekitar ± 50 m. Panjang sungai utama adalah 11,94 km. Batang Sungai Limau hanya memiliki 1 anak sungai, yaitu Batang Sitalang dengan luas sub DAS 3,23 km² dan panjang sungai 3,87 km.



Gambar 1. Denah Lokasi Studi

Daerah yang dikaji pada penulisan tugas akhir ini adalah wilayah hilir Batang Sungai Limau yang berada di Nagari Sungai Sirah Kuranji Hilir Kecamatan Sungai Limau Kabupaten Padang Pariaman.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian Terhadap Stasiun Curah Hujan

Adapun langkah-langkah penelitian dalam merencanakan dimensi penampang pada Batang Sungai Limau sebagai berikut:

- Pengumpulan Data.
- Perhitungan curah hujan rata-rata maksimum dengan metode Poligon *Thiessen*.
- Menghitung curah hujan rencana menggunakan metode Gumbel, Distribusi Normal, Log Normal dan Log-Pearson III.
- Menghitung analisa debit banjir rencana dengan metode Hasper, Weduwen dan Mononobe. Setelah pengolahan data, maka akan didapat debit banjir maksimal yang terjadi dan didapatkan dimensi penampang yang akan direncanakan pada Batang Sungai Limau.
- Menggambarkan desain penampang dari hasil perhitungan.
- Menghitung stabilitas perkuatan tebing sungai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari peta *catchment area* diatas didapatkan luas masing-masing stasiun curah hujan yang terdekat dengan sub DAS Batang Sungai Limau pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Stasiun Curah Hujan

No.	Stasiun Curah Hujan	Luas Wilayah (km ²)	Ketentuan Data
1	Stasiun Paraman Talang	6 km ²	2014 s/d 2023
2	Stasiun Manggopoh	4 km ²	2014 s/d 2023
3	Stasiun Santok	16 km ²	2014 s/d 2023

1. Analisa Curah Hujan Kawasan

Perhitungan curah hujan rata-rata adalah berdasarkan data curah hujan yang diambil dari stasiun pencatat curah hujan. Adapun stasiun tersebut adalah Stasiun Paraman Talang, Stasiun Manggopoh dan Stasiun Santok dengan rentang waktu 10 tahun terakhir, yaitu dari tahun 2014 sampai dengan 2023. Metode yang digunakan adalah Metode *Polygon Thiessen*.

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Kawasan

Tahun	Curah Hujan (mm)			Hujan Kawasan Terpilih	Curah Hujan Kawasan Maksimum (mm)
	Paraman Talang	Manggopoh	Santok		
2014	96	214	75	55,504	109,707
2015	102	168	137	89,799	
2016	108	145	97	73,207	
2017	175	131	90	70,827	
2018	111	145	95	62,814	
2019	113	247	89	71,675	
2020	105	256	95	76,324	
2021	176	180	95	109,707	
2022	136	164	140	105,852	
2023	122	180	98	71,697	
Total				787,406	

2. Analisa Curah Hujan Rencana

Metode yang digunakan adalah Metode Distribusi Normal, Metode Distribusi Log Normal, Metode Log Pearson III dan Metode Gumbel.

2.1. Metode Distribusi Normal

Perhitungan curah hujan rencana Metode Distribusi Normal periode ulang tahun disajikan dalam Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Normal

No	Periode Ulang (Tahun)	$\bar{x}$	KT	S	XT (mm)
1	2	78,741	0	17,665	78,741
2	5	78,741	0,84	17,665	93,579
3	10	78,741	1,28	17,665	101,352
4	20	78,741	1,64	17,665	107,711
5	25	78,741	1,75	17,665	109,654
6	50	78,741	2,05	17,665	114,954
7	100	78,741	2,33	17,665	119,900
Total					725,891
Rata-Rata					103,699

2.2. Metode Distribusi Log Normal

Perhitungan curah hujan rencana Metode Distribusi Log Normal periode ulang tahun disajikan dalam Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log Normal

No	Periode Ulang (Tahun)	Log $\bar{x}$	Log KT	S Log X	XT (mm)
1	2	78,741	0	6,290	78,741
2	5	78,741	0,84	6,290	84,024
3	10	78,741	1,28	6,290	86,791
4	20	78,741	1,64	6,290	89,056
5	25	78,741	1,75	6,290	89,747
6	50	78,741	2,05	6,290	91,634
7	100	78,741	2,33	6,290	93,395
Total					613,388
Rata-Rata					87,627

2.3. Metode Distribusi Log Pearson III

Perhitungan curah hujan rencana Metode Distribusi Log Pearson III periode ulang tahun disajikan dalam Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log Pearson III

No	Periode Ulang (Tahun)	Log $\bar{x}$	KT	S Log X	Log XT	XT (mm)
1	2	1,887	0	0,094	1,887	77,070
2	5	1,887	0,84	0,094	1,966	92,379
3	10	1,887	1,28	0,094	2,007	101,575
4	20	1,887	1,64	0,094	2,041	109,777
5	25	1,887	1,75	0,094	2,051	112,412
6	50	1,887	2,05	0,094	2,079	119,927
7	100	1,887	2,33	0,094	2,105	127,393
Total						493,213
Rata-Rata						98,643

2.4. Metode Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana Metode Gumbel periode ulang tahun disajikan berikut ini:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Gumbel

No	Periode Ulang (Tahun)	Xi	Yn	Sn	Yt	Kt	Sx	Xt (mm)
1	2	78,741	0,4952	0,9497	0,306	-0,199	17,665	75,221
2	5	78,741	0,4952	0,9497	1,499	1,057	17,665	97,412
3	10	78,741	0,4952	0,9497	2,250	1,848	17,665	111,381
4	20	78,741	0,4952	0,9497	2,970	2,606	17,665	124,773
5	25	78,741	0,4952	0,9497	3,125	2,769	17,665	127,656
6	50	78,741	0,4952	0,9497	3,901	3,586	17,665	142,091
7	100	78,741	0,4952	0,9497	4,600	4,322	17,665	155,092
Total								833,627
Rata-Rata								119,090

Berikut hasil perbandingan dari 4 metode yang digunakan untuk mencari hujan harian maksimum di daerah penelitian:

Tabel 7. Perbandingan Nilai Curah Hujan

Periode Ulang (Tahun)	Perbandingan Nilai CH (mm)			
	Distribusi Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
2	78,741	78,741	77,070	75,221
5	93,579	84,024	92,379	97,412
10	101,352	86,791	101,575	111,381
20	107,711	89,056	109,777	124,773
25	109,654	89,747	112,412	127,656
50	114,954	91,634	119,927	142,091

100	119,900	93,395	127,393	155,092
Jumlah	725,891	613,388	493,213	833,627
Rata-Rata	103,699	87,627	98,643	119,090

3. Uji Distribusi Probabilitas

Metode yang digunakan dalam uji distribusi probabilitas adalah Chi-Kuadrat dan *Kolmogorov Smirnov*.

3.1. Metode Chi-Kuadrat

Diketahui harga parameter Chi Kuadrat kritis χ^2 dan parameter Chi kuadrat terhitung χ^2_{cr} dapat dilihat pada tabel 8 berikut ini:

Tabel 8. Rekapitulasi Perhitungan X^2 dan X^2_{cr}

Distribusi Probabilitas	X^2 Terhitung	X^2_{cr} Kritis	Keterangan
Normal	3	5,991	dapat diterima
Log Normal	13	5,991	ditolak
Log Pearson III	1	5,991	dapat diterima
Gumbel	3	5,991	dapat diterima

3.2. Metode *Kolmogorov Smirnov*

Hasil uji distribusi probabilitas dengan metode *kolmogorov smirnov* dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi Perhitungan Uji *Kolmogorov Smirnov*

No	Distribusi Probabilitas	ΔP Terhitung	ΔP Kritis	Keterangan
1	Normal	0,4916	0,41	Ditolak
2	Log Normal	0,409	0,41	Dapat diterima
3	Log Pearson III	-0,065	0,41	Dapat diterima
4	Gumbel	0,1493	0,41	Dapat diterima

Hasil uji distribusi probabilitas metode chi kuadrat dan *Kolmogorov smirnov* dapat dilihat pada tabel 10 berikut:

Tabel 10. Perbandingan Perhitungan Metode Chi Kuadrat dan *Kolmogorov Smirnov*

No	Distribusi Probabilitas	Chi Kuadrat			Kolmogorov Smirnov			Hasil
		X^2	X^2_{Cr}	Keterangan	ΔP Terhitung	ΔP Kritis	Keterangan	
1	Normal	3	5,991	✓	0,4916	0,41	×	×
2	Log Normal	13	5,991	×	0,4091	0,41	✓	×
3	Log Pearson III	1	5,991	✓	-0,0647	0,41	✓	✓
4	Gumbel	3	5,991	✓	0,1493	0,41	✓	✓

Berdasarkan tabel 10. Yang memenuhi syarat adalah metode *Log person* III dan metode Gumbel. Dari kedua metode ini yang dipilih untuk proses perhitungan selanjutnya adalah metode Gumbel, karena curah hujan rencana metode Gumbel lebih besar dari metode *log person* III yang dapat dilihat pada tabel 6.

4. Analisa Debit Banjir Rencana

Analisa rencana banjir debit biasanya dilakukan untuk menentukan kapasitas aliran udara yang dapat diterima oleh sungai dalam kondisi curah hujan tertentu. Proses analisis ini sangat penting dalam perencanaan untuk melakukan analisa. Pertimbangan teknis dalam perhitungan debit banjir rencana adalah pemilihan koefisien pengaliran dan aliran dasar. Untuk menghitung debit banjir, digunakan data curah hujan dengan distribusi Gumbel. Metode yang digunakan pada Analisa debit banjir rencana adalah Metode Hasper, Metode Weduwen, dan Metode Mononobe.

Hasil perhitungan debit banjir rencana (Q) dari metode Hasper, Weduwen dan Mononobe dirangkum dalam 11. berikut:

Tabel 11. Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir Rencana

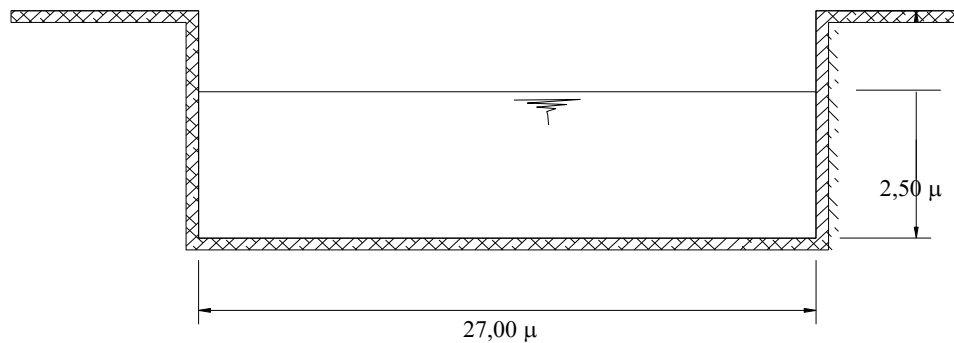
No	Periode Ulang T (Tahun)	Hasper (m ³ /dtk)	Weduwen (m ³ /dtk)	Mononobe (m ³ /dtk)
1	2	76,25	147,99	65,16
2	5	98,74	191,65	84,38
3	10	112,90	219,13	96,48
4	20	126,47	245,48	108,08
5	25	129,40	251,15	110,58
6	50	144,03	279,55	123,08

5. Debit Banjir yang Pernah Terjadi

Untuk menentukan nilai debit banjir aktual yang pernah terjadi di Batang Sungai Limau, diambil data lapangan pada tanggal 18 Januari 2025 dengan mengukur elevasi permukaan banjir yang terjadi. Dikarenakan pada lokasi profil melintang sungai yang diukur tidak ada tebing/tanggul sungai yang dapat dijadikan pedoman untuk mengukur elevasi muka banjir yang terjadi, maka dicari data pada Jembatan Sungai Limau. Pada lokasi tersebut selain menanyakan pada masyarakat mengenai tinggi banjir yang terjadi sebagai pedoman awal, dilakukan penelitian dengan melihat bekas-bekas banjir yang masih ada pada jembatan tersebut.



Gambar 3. Pengukuran Debit Banjir yang Pernah Terjadi



Gambar 4. Penampang Eksisting Sungai

Lebar dasar sungai (b)	= 27 m
Tinggi banjir yang pernah terjadi (h)	= 2,5 m
Elevasi hulu daerah <i>study</i>	= +7,95 mdpl
Elevasi hilir daerah <i>study</i>	= +5,30 mdpl
Panjang ruas sungai yang diteliti	= 1000 m
Beda tinggi ΔH	= 2,65 m
Kemiringan memanjang sungai wilayah studi (I)	$= \frac{\Delta H}{\text{Panjang sungai wilayah studi}}$ $= \frac{2,65}{1000} = 0,003$
Koef. Manning n	= 0,030 (tabel 2.6)
Luas penampang basah (A)	$A = b \times h = 27 \times 2,5 = 67,5 \text{ m}^3$
Keliling basah (P)	$P = b + 2h = 27 + 2(2,5) = 32 \text{ m}$
Jari-jari hidrolis (R)	$R = \frac{A}{P} = \frac{67,5}{32} = 2,10 \text{ m}$
Kecepatan aliran (V)	

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} = \frac{1}{0,030} \times 2,10^{2/3} \times 0,003^{1/2}$$

$$= 3,5928 \text{ m/detik}$$

Debit yang pernah terjadi (Q)

$$Q = A \times V = 67,5 \times 3,5928 = 242,514 \text{ m}^3/\text{detik}$$

6. Perencanaan Dimensi Batang Sungai Limau

Penampang sungai direncanakan dengan penampang trapesium.

Lebar (b) = 27 m

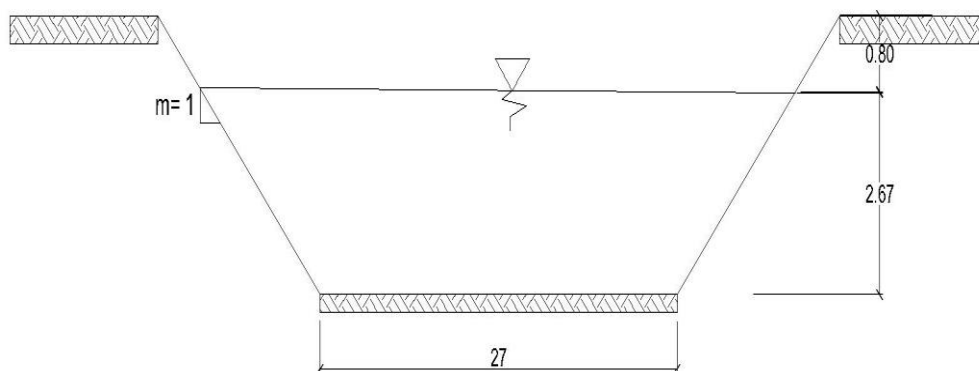
Koef. Manning n = 0,030 (tabel 2.11)

Kemiringan memanjang sungai (I) = 0.003

Kemiringan tanggul sungai (m) = 1.

Tinggi jagaan (f) untuk Q desain > 25 (m³/dt) adalah 0,8 meter. Jadi tinggi keseluruhan

$$(H) = h + f = 2,67 + 0,8 = 3,47 \text{ m}$$



Gambar 5. Penampang Rencana Sungai

7. Perkuatan Tebing Sungai

Perencanaan perkuatan tebing sungai dipilih menggunakan batu kali. Menghitung 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.

7.1. Akibat Berat Sendiri

Untuk Perhitungan Berat Sendiri pada perencanaan perkuatan tebing sungai Batang Sungai Limau dapat dilihat pada Tabel 12. dibawah ini.

Tabel 12. Perhitungan Akibat Berat Sendiri

	Luas Bidang (m ²)				BJ Material	Berat Sendiri (Ton)	Lengan Momen (m)	Momen (ton.m)
	Tinggi	Panjang	Lebar	Luas				
W1		0.4	0.7	0.28	2.4	0.672	0.2	0.1344
W2	0.5	0.4	0.5	0.1	2.4	0.24	0.53	0.13
W3		0.4	0.2	0.08	2.4	0.192	0.6	0.12
W4		5.53	0.5	2.67	2.2	5.86	2.66	15.60
W5		0.7	0.7	0.49	2.4	1.18	5.38	6.33
						8.14		22.17

7.2. Akibat Gaya Gempa

Untuk Perhitungan stabilitas tebing akibat gaya gempa dapat dilihat pada Tabel 13. dibawah ini.

Tabel 13. Perhitungan Akibat Gaya Gempa

Beban	Gaya (t)	Koef. Gempa	Gaya Gempa (t)	Lengan Momen (m)	Momen (t.m)
G1	0.67	0.163	0.11	0.35	0.04
G2	0.24	0.163	0.04	0.37	0.01
G3	0.19	0.163	0.03	0.10	0.003
G4	5.86	0.163	0.96	2.93	2.80
G5	1.18	0.163	0.19	4.93	0.88
Jumlah			1.33		3.87

7.3. Akibat Tekanan Tanah

Untuk perhitungan stabilitas akibat tekanan tanah dapat dilihat pada Tabel 14. berikut ini.

Tabel 14. Perhitungan Akibat Tekanan Tanah

Beban	Gaya(t)	Lengan Momen (m)		Momen (t.m)	
		V	H	V	H
Pa1	0.6		1.64		0.98
Pp	1.9		0.60		1.14
	2.5				2.12

7.4. Akibat Beban Merata

Untuk perhitungan stabilitas tebing akibat beban merata dapat dilihat pada tabel 15. dibawah ini.

Tabel 15. Perhitungan Akibat Beban Merata

Beban	Gaya(t)	Lengan Momen		Momen (t.m)	
		V	H	V	H
q	0.97		2.46		2.26
Jumlah	0.97				2.26

Selanjutnya perhitungan resume gaya-gaya yang ditunjukkan pada tabel 16 dibawah ini.

Tabel 16. Perhitungan Stabilitas Perkuatan Tebing

Uraian	Besar Gaya (t)		Momen (t.m)	
	V	H	tahan	guling
Berat Sendiri	8.14		22.17	
Gaya Gempa		1.33		3.64
Tekanan Tanah		2.50		2.12
Beban Merata		0.86		2.26
	8.14	4.69	22.17	8.02

8. Kontrol Stabilitas Konstruksi Perkuatan Tebing

Setelah dilakukan perhitungan terhadap gaya-gaya yang bekerja, selanjutnya dilakukan perhitungan stabilitas terhadap tebing.

$$M_t = 25,85$$

$$M_g = 8,02$$

$$\Sigma V = 8,14$$

$$\Sigma H = 4,69$$

Dengan rumus :

1. Kontrol terhadap guling

$$SF_1 = \frac{M_t}{M_g} \geq 1,5 = \frac{22,17}{8,02} \geq 1,5 = 2,7 > 1,5 \text{ (aman terhadap guling)}$$

2. Kontrol terhadap geser

$$S_f = \frac{\Sigma V}{\Sigma H} \geq 1,5 = \frac{8,14}{4,69} \geq 1,5 = 1,7 > 1,5 \text{ (aman terhadap geser)}$$

KESIMPULAN

Dari Hasil perhitungan Analisa curah hujan rencana, didapatkan curah hujan rencana terpilih dengan menggunakan Metode Distribusi Gumbel, dengan nilai Periode ulang 2 tahun = 75,221 mm, periode ulang 5 tahun = 97,412 mm, periode ulang 10 tahun = 111,381 mm, periode ulang 25 tahun = 127,656 mm, periode ulang 50 tahun = 142,091 mm. Debit banjir rencana terpilih yang digunakan dalam studi ini yaitu debit banjir rencana dengan kala ulang 25 tahun dengan menggunakan Metode Weduwen sebesar 251,15 m³/dt. Direncanakan dimensi penampang berbentuk trapesium sesuai, yang didapatkan lebar = 27 m, tinggi = 2,67 m, serta tinggi jagaan 0,8 m. Tipe perkuatan tebing pada Sungai Batang Sunagai Limau ini menggunakan tipe perkuatan tebing Batu Kali yang berbentuk miring, dengan nilai stabilitas terhadap guling 2,7 > 1,5 (aman), dan stabilitas terhadap geser 1,7 > 1,5 (aman).

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Maya. (2022). Rekayasa Sungai. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Asmorowati, E. T., dkk. (2021). Drainase Perkotaan. Tasikmalaya: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia Anggota IKAPI Jawa Barat.
- Chendratama, E., Putu Dian, A W., Sriyana dan Pranoto, S. (2013). Perencanaan Normalisasi Sungai Blukar Kabupaten Kendal. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Diponegoro*, 2(1), 1–13.
- Junaidi, E. (2012). Penggunaan Model Hidrologi SWAT (Soil and Water Assessment Tool) Dalam Pengelolaan DAS Cisadane (Application SWAT Hydrology Model in Cisadane Watershed Management). 9, 17.
- Kadir, Syarifuddin, dkk. (2020). Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Malang: CV IRDH.
- Kementerian Kehutanan Republik Indonesia. (2009). Pedoman Penyusunan Rencana Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Terpadu.
- Kodoatie, R.J, dan Sjarief, R. (2005). Pengelolaan Sumber Daya Air terpadu. Yogyakarta: Andi Offset.
- Leopold, L.B., Wolman, MG., dan Miller, J. (1964). *Fluvial Processes In Geomorphology*. WH Freeman and Co.
- Rahayu, P Harkunti., dkk. (2009). Banjir dan Upaya Penanggulangannya. Bandung: Pusat Mitigasi bencana (PMB-ITB).

- Rahman, Triarjunet, R., dan Dewata, I. (2020). Analisis Indeks Pencemaran Air Sungai Ombilin Dilihat Dari Kandungan Kimia Anorganik. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, 1 no 3(3), 52–58.
- Salsabila, A., dan Nugraheni, I. L. (2020). Pengantar Hidrologi. Bandar Lampung: CV. Anugrah Utama Raharja.
- Saputri, R., Azwarman, & Susiana. (2021). Evaluasi Debit Banjir Rencana Pada Normalisasi Sungai Kenali Besar Kec. Alam Barajo Kota Jambi. *Seminar Nasional Ketekniksipilan, Infrastruktur Dan Industri*, 1(1), 235–245.
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Offset.
- Tallar, R. Y. (2003). *Dasar-Dasar Hidrologi Terapan*. Gorontalo: Ideas Publishing.
- Z, Syofyan. (2022). Analisis Revetment Sebagai Perlindungan Tebing Sungai Batang Lembang Dalam Upaya Pengendalian Banjir Kota Solok. *Ensiklopedia of Journal*, 4(3), 108–115.