

EVALUASI KEMAMPUAN GROUNDSTALL DIHILIR BENDUNG KOTO TUO DALAM MENGALIRKAN DEBIT BANJIR

Muhammad Rafli¹⁾

Universitas Bung Hatta

muhammadraflia0920@gmail.com

Zahrul Umar²⁾

Universitas Bung Hatta

zahrul_umar@yahoo.co.id

ABSTRAK

Groundsill adalah bangunan yang dibangun melintang sungai yang berfungsi untuk melandaikan dasar sungai dan meningkatkan laju pengendapan sedimen dibagian hulu groundsill. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kemampuan groundsill dalam mengalirkan debit banjir dimana groundsill yang ada ini lebarnya lebih kecil dari pada lebar bendung yang berada dihilir sejauh 100m, untuk meminimalkan gerusan yang terjadi pada sayap groundsill akibat luapan air maka dibutuhkan evaluasi lebar groundsill, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lebar ideal groundsill yang tidak terjadi peluapan, Lebar groundsill saat ini $b=55\text{m}$, $h=1,3\text{m}$ tinggi groundsill 4,5 hasil perhitungan didapat tinggi muka air sebesar 6,44m sehingga terjadinya peluapan tinggi dinding sayap yang ada 4,5m, untuk hal ini perlu dilakukan pelebaran groundsill sebesar $b=60\text{m}$, $h=1,8\text{m}$ dan didapatkan hasil tinggi muka air sebesar $4,22 < 4,5\text{m}$, sehingga air tidak meluap dari tinggi dinding sayap groundsill. Selanjutnya dengan analisa hidrologi untuk mendapatkan curah hujan rencana dan debit banjir rencana. Perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode distribusi probabilitas gumbel, normal, log pearson tipe III dan log normal, dan perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode Hasper, Wedumen, dan Mononobe. Perhitungan bangunan groundsill digunakan debit Q25 tahun sebesar $Q=884,717 \text{ m}^3/\text{dt}$. luas catcment area seluas $127,42 \text{ km}^2$.

Kata Kunci: Groundsill, Hidrologi, Gerusan

ABSTRACT

Groundsill is a structure built across a river that functions to slope the riverbed and increase the rate of sediment deposition in the upstream part of the groundsill. The purpose of this study is to transmit the ability of the groundsill to drain flood discharge where the existing groundsill is smaller than the width of the bend located upstream by 100m, to minimize erosion that occurs on the groundsill wing due to water overflow, an evaluation of the groundsill width is needed, this study aims to determine the ideal width of the groundsill that does not overflow, The current groundsill width is $b = 55\text{m}$, $h = 1.3\text{m}$, the groundsill height is 4.5, the project results obtained a water level of 6.44m so that there is an overflow of the existing wing wall height of 4.5m, for this it is necessary to widen the groundsill by $b = 60\text{m}$, $h = 1.8\text{m}$ and the water level results are $4.22 < 4.5\text{m}$, so that air does not overflow from the

height of the groundsill wing wall. Next, with hydrological analysis to obtain the planned rainfall and planned flood discharge. The calculation of planned rainfall uses the Gumbel probability distribution method, normal, log Pearson type III and log normal, and the calculation of planned flood discharge uses the Hasper, Wedumen, and Mononobe methods. The calculation of the groundsill building uses a Q25-year discharge of $Q = 884.717 \text{ m}^3 / \text{sec}$. The catchment area is 127.42 km^2 .

Keywords: *Groundsill, Hydrology, Scour*

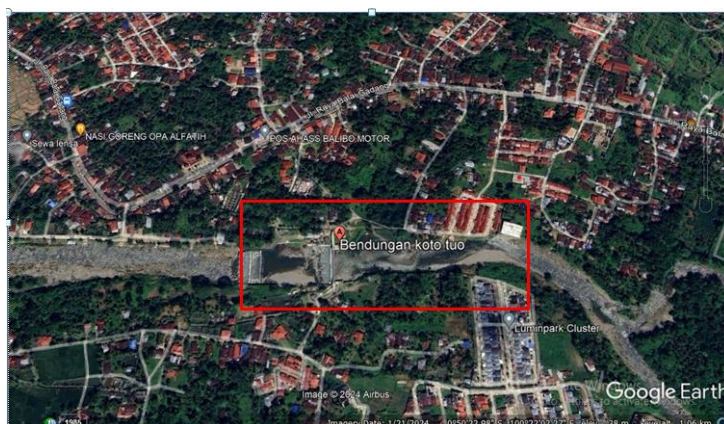
PENDAHULUAN

Groundsill adalah bangunan melintang sungai yang terbuat dari tumbukan batu yang tidak dapat terbawa oleh arus sungai atau struktur beton yang dibangun untuk menjaga agar dasar sungai tidak turun terlalu berlebihan. Gunanya untuk membuat kemiringan dasar sungai menjadi kecil sehingga kecepatan air menjadi kecil dan kedalaman air menjadi besar, meskipun terjadi penambangan pasir pada sungai. Bangunan groundsill tersebut penting, maka struktur groundsill harus kuat dan aman, berdasarkan hal tersebut, penulis ingin menganalisa evaluasi kemampuan groundsill ditinjau dari lebar groundsill saat ini terhadap debit banjir.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat keamanan pada bangunan groundsill secara teori dan rumus – rumus yang digunakan untuk mengetahui keamanan groundsill dari bahaya pergeseran (piping) secara analisa melalui teori serta mengetahui keamanan dari bahaya pergeseran karena kuat arus secara analisis, mengetahui keamanan groundsill dari gerusan, karena air sering meluap dari tembok pangkal groundsill yang menyebabkan kerusakan sungai dan hulu tembok pangkal akibat tergerus air, oleh air yang meluap. Hal ini terjadi karena lebar groundsill dari yang dibutuhkan untuk itu perlu groundsill dilebarkan sesuai debit periode ulang 25 tahun untuk menurunkan elevasi muka air.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Aliran Sungai Batang Aie dingin Koto tuo pulau Lubuk Minturun yang terdapat pada bangunan bendung Koto Tuo.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengumpulan data yang dilaksanakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini menggunakan beberapa metode yaitu dokumentasi, observasi dan studi literature. Data yang dibutuhkan adalah data yang digunakan untuk menghitung kemampuan groundsill dalam mengalirkan debit banjir. Metode dokumentasi ini bertujuan untuk mencari data data yang diperlukan dalam perhitungan, seperti gambar hasil perencanaan dan data – data lainnya yang diperlukan dalam proses kajian evaluasi kemampuan groundsill dalam mengalirkan debit banjir. Berikut adalah alur penelitian dalam penelitian ini.

1. Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan sumber data antara lain adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengamatan langsung dilokasi penelitian. Data sekunder diperoleh dari buku – buku literature serta meminta data curah hujan 15 tahun (tahun 2009 sampai tahun 2016) yang berasal dari Stasiun Bendung Koto Tuo, Stasiun Saning Baka dan Stasiun Kasang dari pihak Balai Wilayah Sungai Sumatera Barat V.

2. Analisis dan Perhitungan

Curah Hujan Kawasan, pada analisa ini, diperoleh dengan menghitung data curah hujan 15 tahun dari 3 stasiun dengan menggunakan metode *Poligon Thiessen* dengan persamaan :

$$P = \frac{P_1.A_1 + P_2.A_2 + \dots + P_n.A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (1)$$

Keterangan :

P = Curah hujan maksimum rata – rata (mm)

$P_1, P_2, \dots, P_N$ = Besarnya curah hujan pada masing – masing stasiun (mm)

$A_1, A_2, \dots, A_N$ = Luas Areal poligon (Km^2)

3. Curah Hujan Rencana

Dilakukan dengan beberapa metode yaitu distribusi Normal, Log normal, Gumbel, dan Log Pearson tipe III dengan Periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun.

4. Analisis Debit Banjir Rencana

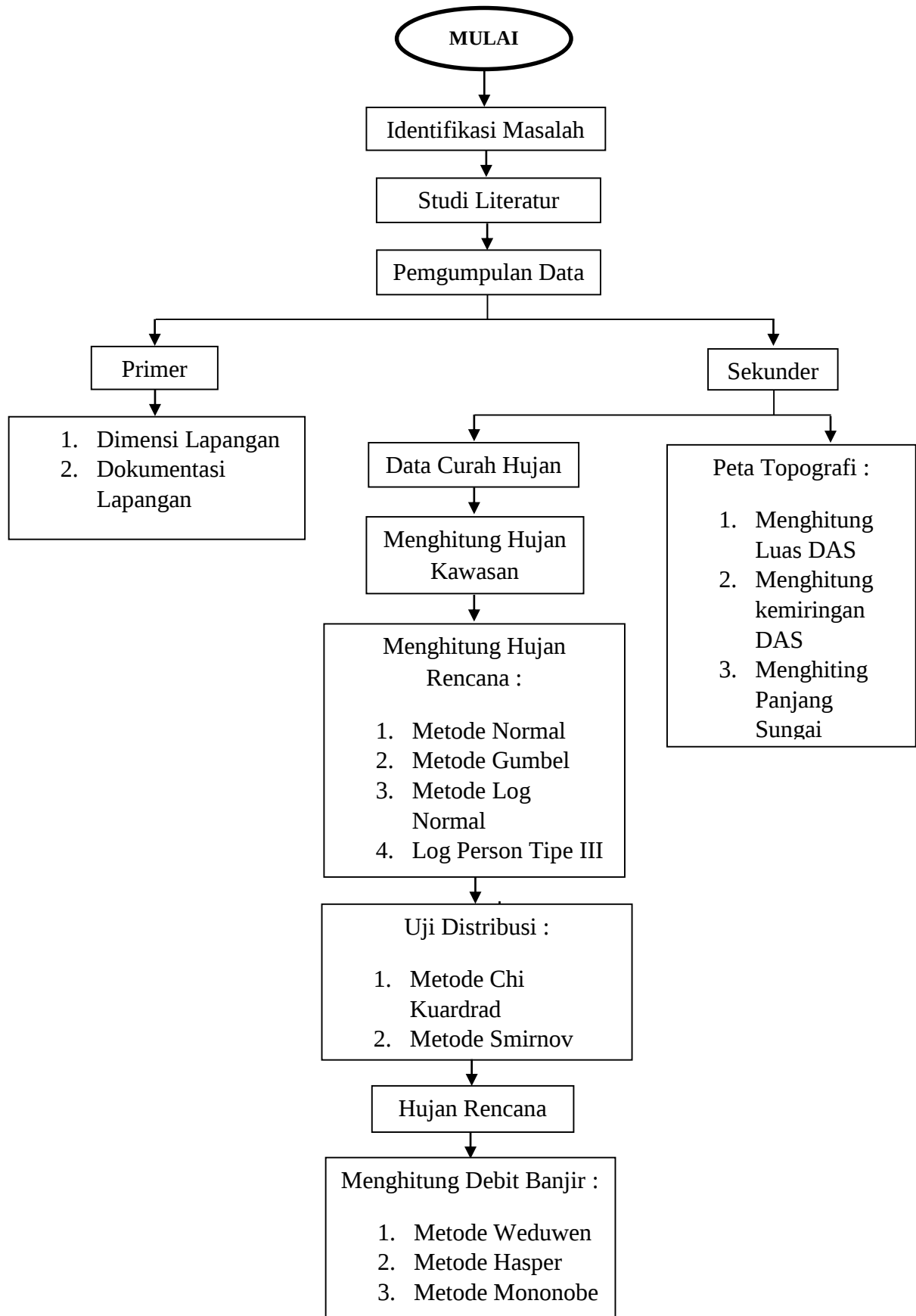
Untuk perhitungan debit banjir rencana dilakukan dengan 3 metode yaitu metode Hesper, metode Wedumen dan metode Mononobe.

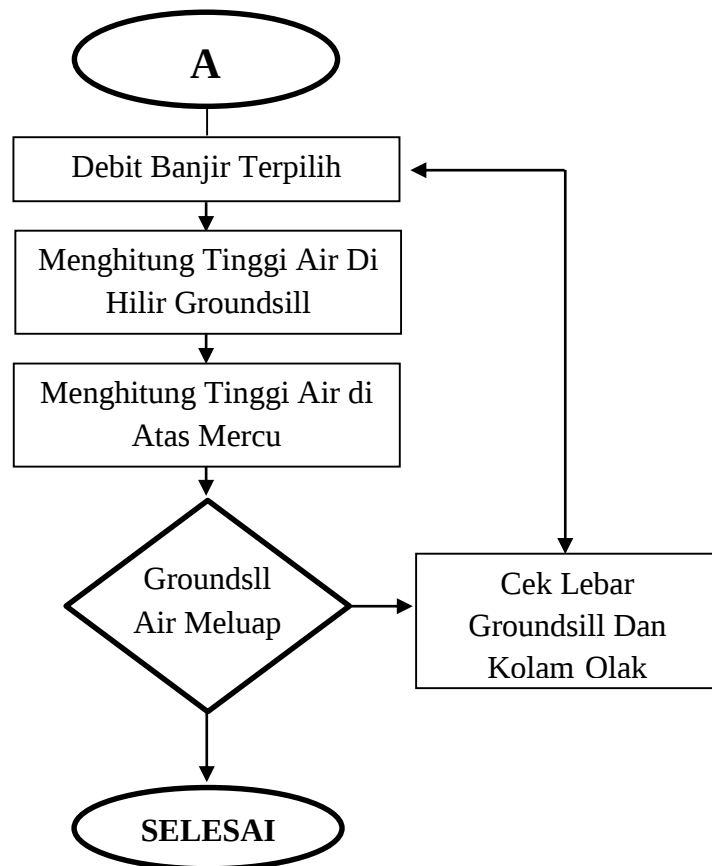
5. Analisis Hidrolis Groundsill

Analisis tersebut bertujuan untuk mengetahui Kemampuan penampang groundsill dalam menampung debit banjir rencana.

6. Perhitungan Lebar Ideal Groundsill

Perhitungan tersebut untuk mengetahui lebar ideal groundsill dalam menampung debit banjir, yang bertujuan aman terhadap gerusan yang terjadi.



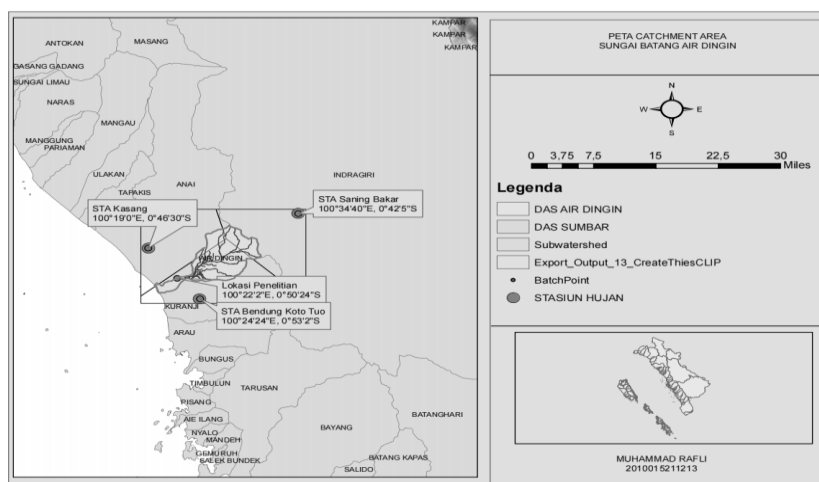


Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis ketersediaan data, stasiun curah hujan yang berpengaruh di DAS Batang Aie Dingin ini diambil dari 3 stasiun yang terdekat dari Sub Das Batang Aie Dingin yaitu Stasiun Bendung Koto Tuo, Stasiun Saning Bakar, dan Stasiun Kasang, maka diperoleh luas curah hujan maksimum yang mempengaruhi daerah aliran sungai tersebut.

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



Gambar 3. Peta Pengaruh Stasiun Hujan

Penelitian ini menggunakan metode poligon Thiessen untuk mendapatkan curah hujan kawasan dengan menggunakan data curah hujan 15 tahun (2009-2023) dari 3 stasiun hujan yang berpengaruh. Berikut adalah hasil perhitungan metode Poligon Thissen:

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian

NO	KEJADIAN			HUJAN HARIAN MAKSIMUM (mm)			Hujan Harian Rata-Rata (mm)	Hujan Harian Maksimum Rata-Rata (mm)
	TAHUN	BULAN	TGL	STA. Koto Tuo	STA. Kasang	STA. Saning Baka		
				67.60%	11.60%	20.80%		
1	2009	Des	29	82	20	27	63.368	63.37
		Sep	14	19	240	0	40.684	
		Nov	12	9	0	96	26.052	
2	2010	Des	25	215	15	0	147.08	147.08
		Sep	26	57.4	260	0	68.9624	
		apr	11	0	30	64	16.792	
3	2011	Ags	24	153.8	0	0	103.968	103.97
		feb	01	0	200	10	25.28	
		Sep	22	0	0	70	14.56	
4	2012	Feb	29	151.6	95	0	113.5016	113.50
		Mei	10	32.8	157	0	40.3848	
		Mei	31	110.7	11	61	88.7972	
5	2013	Des	3	174	0	13	120.328	120.33
		Nov	12	0	193	3	23.012	
		Nov	4	67	16	52	57.964	
6	2014	Jan	3	153	0	7	104.884	104.88
		Sep	20	0	194	10	24.584	
		Nov	23	31	70	45.8	38.6024	
7	2015	Ags	2	145	0	0	98.02	98.02
		Jun	16	0	145	0	16.82	
		Des	12	53	0	108	58.292	
8	2016	Jun	16	218	0	0	147.368	147.37
		Mar	22	0	294	0	34.104	
		Apr	9	0	0	105	21.84	
9	2017	Okt	7	140	32	0	98.352	106.00
		Ags	21	129	162	0	105.996	
		Mar	3-1	0	0	117	24.336	
10	2018	Jun	23	151	0	0	102.076	102.08
		Mei	20	0	150	3	18.024	
		Nov	30	19	0	62	25.74	

NO	KEJADIAN			HUJAN HARIAN MAKSIMUM (mm)			Hujan Harian Rata-Rata (mm)	Hujan Harian Maksimum Rata-Rata (mm)
	TAHUN	BULAN	TGL	STA. Koto	STA.	STA.Saning		
				Tuo	Kasang	Baka		
				67.60%	11.60%	20.80%		
11	2019	Jun	13	111	0	5	76.076	76.08
		Jan	3	74	131	0	65.22	
		Okt	26	40	0	84	44.512	
12	2020	Jan	9	143	100	0	108.268	108.27
		Jul	22	0	140	6	17.488	
		jul	4	0	0	95	19.76	
13	2021	Ags	19	174	111	0	130.5	130.50
		Sep	29	116	248	35	114.464	
		sep	28	5	101	95	34.856	
14	2022	Jan	9	143	0	3	97.292	97.29
		Nov	15	8	180	6	27.536	
		okt	1	64	120	126	83.392	
15	2023	Apr	28	137	32	39	104.436	108.37
		mei	6	124	140	25	105.264	
		jan	23	119	74	93	108.372	

Tahapan selanjutnya yaitu melakukan perhitungan analisis distribusi probabilitas dengan menggunakan beberapa metode yaitu metode distribusi Normal, Gumber, Log Normal, dan Log Pearson tipe III dengan periode ulang 2,5,10,25, dan 50 tahun. Dari hasil analisis distribusi probabilitas dilakukan uji distribusi probabilitas dengan menggunakan metode Chi Kuadrat dan metode Smirnov Kolmogorov untuk menentukan metode yang tepat dalam perhitungan analisis debit rencana. Hasil dari uji distribusi probabilitas didapatkan metode Gumbel dapat mewakili untuk perhitungan debit banjir rencana. Hasil uji distribusi masing – masing metode perhitungan hujan rencana terlampir pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Rekapitulasi Distribusi Probabilitas

No	Tahun	Metode Distribusi Probabilitas			
		Normal	Log Normal	Gumberl	Log Person III
1	2	108.48	106.1907	183,9460	108.9195
2	5	127.32	127.6094	130,1739	128.0848
3	10	137.19	140.5014	136,6679	137.5517
4	25	146.84	154.2903	165,9003	147.0414
5	50	154.46	166.2750	182,9636	152.7790

Tabel 3. Rekapitulasi Uji Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogrof

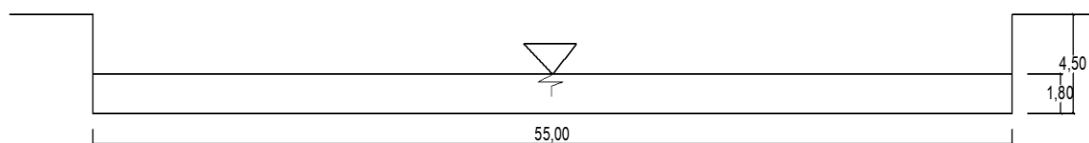
No	Distribusi probabilitas	Chikuadrat		Smirnov Kolmogrof		Keterangan
		X ²	X ² Cr	Δ P Hitung	Δ P Kritis	
1	Normal	4.667	5.991	0.125	0.338	Diterima
2	Log Normal	4.000	5.991	0.089	0.338	Diterima
3	Gumbel	4.000	5.991	0,077	0,338	Diterima
4	Log Pearson Type III	6.667	5.991	0.927	0.338	Tidak Diterima

Perhitungan debit banjir rencana dihitung dengan metode Hasper, Wedumen, dan Mononobe, perhitungan debit banjir menggunakan metode metode tersebut, terlampir pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana

Periode Ulang Tahun (T)	Hasper (m ³ /dt)	Weduwen (m ³ /dt)	Mononobe (m ³ /dt)
2	694.096	320.80	554.327
5	869.232	401.74	694.196
10	979.370	452.64	782.156
25	1107.794	512.00	884.717
50	1221.734	564.66	975.717

Analisa debit lapangan untuk menentukan nilai debit lapangan pada groundsill diketahui lebar (b) 55m, tinggi (h) 1,8m, kemiringan sungai 0,017 dan koefisien stickler (Ks) 35. Debit banjir actual yang ada dilapangan sebesar 640,83 m³/detik mendekati nilai debit banjir rencana dengan menggunakan metode mononobe periode ulang 5 tahun sebesar 694,196 m³/detik. Dengan demikian debit banjir rencana periode 25 tahun mengikuti metode mononobe yaitu sebesar 884,717 m³/detik



Gambar 4. Penampang Groundsill Rencana

1. Tinggi Energi Di Atas Peluap

Berikut adalah perhitungan yang dilakukan untuk mencari tinggi energi diatas peluap

- Dari perhitungan dan pengukuran lapangan sebelumnya didapatkan data debit banjir lapangan periode ulang 25 tahun (Q_{25}) = 884,717 m³/dtk; lebar mercu bendung (B) = 55m dan berdasarkan ketentuan koefisien debit (C_d) = 0,577, koefiseien kontraksi abutmen (K_a) = 0,2 dan percepatan gravitasi (g) = 9,81 m/s².
- B = 55m
- Mencari H_1 (Q_{25}) dengan rumus :

$$Q_{25} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot g \times C_d \times B \times H_1$$

$$\begin{aligned}
 884,717 &= \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot 9,81 \times 0,577 \times 55 \times H_1^{1,5} \\
 884,717 &= 54,104 \\
 H_1^{1,5} &= 6,44\text{m}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian dari perhitungan H1 didapatkan hasil 6,44 Sedangkan tinggi tembok pangkal 4,5m maka dari itu di hitung lebar ideal groundsill sehingga tidak meluap nya air pada saat kondisi banjir. $H_1 = 6,44\text{m} > 4,5\text{m}$.

2. Menghitung Tinggi air diatas mercu groundsill

Perhitungan dilakukan berdasarkan tinggi diatas mercu (h_1), dengan cara coba coba terhadap h_{vo} . Perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 h_d &= H_1 - h_{vo} \rightarrow h_d = \text{tinggi diatas mercu} \\
 d_o &= h_d + P \rightarrow d_o = \text{tinggi diatas mercu} + \text{tinggi bendung} \\
 A &= B_{ef} \times d_o \rightarrow be = \text{lebar efektif mercu} \\
 V &= \text{Kecepatan aliran (m/dt)} \\
 Q &= \text{debit (m}^3/\text{dt)} \\
 A &= \text{luas penampang (m}^2\text{)} \\
 H_{vo} &= V^2/2g
 \end{aligned}$$

Tabel 5. Perhitungan Tinggi Air di Atas Mercu

No	Periode ulang (Tahun)	H1(m)	hvo	hd (m)	P(m)	do(m)	Beff(m)	A(m2)	Q(m3/dt)	v (m/dt)	Hvo = $v^2/2g$
1	2	4.72	0.11	4.61	2.20	6.81	55.00	374.39	554.330	1.48	0.11
2	5	5.48	0.14	5.34	2.20	7.54	55.00	414.70	694.2	1.67	0.14
3	10	5.93	0.16	5.77	2.20	7.97	55.00	438.35	782.16	1.78	0.16
4	25	6.44	0.18	6.26	2.20	8.46	55.00	465.30	884.72	1.90	0.18
5	50	6.87	0.2	6.67	2.20	8.87	55.00	487.85	975.72	2.00	0.20

3. Menghitung tinggi muka air dihilir groundsill

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus $Q = A \times V$

Untuk periode ulang 25 tahun debit (Q) = 884,717 m³/dt

$$K = 35$$

$$m = 0$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\text{elevasi hulu} - \text{elevasi hilir}}{\text{jarak}} \\
 &= \frac{38-21}{1000} \\
 &= 0.017
 \end{aligned}$$

$$B = 55$$

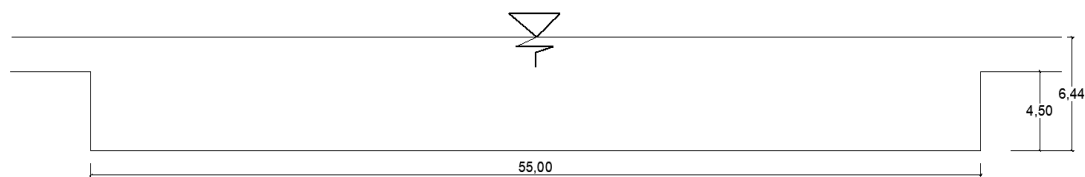
$$\begin{aligned}
 \frac{Q}{K.I^{1/2}} &= \frac{((b+mh)h)^{5/3}}{(b+2h\sqrt{1+m^2})^{2/3}} \\
 \frac{694.096}{35 \times 0.017^{1/2}} &= \frac{((55+0)1.148)^{5/3}}{(b+2 \times 1.148\sqrt{1+0^2})^{2/3}}
 \end{aligned}$$

$$121,472 \cong 121,479 \text{ Jadi } h = 1,5919 \text{ m}$$

Tabel 6. Tinggi Muka Air Dihilir Groundsill

No	Periode Ulang (Tahun)	h (m)	Debit(m ³ /dt)	A (m ²)	P (m)	$\frac{((b + mh)h)^{5/3}}{(b + 2h\sqrt{1 + m^2})^{2/3}}$	$\frac{Q}{K_s I^{1/2}}$
1	2	1.5919	554.33	87.55	235.18	121.479	121.472
2	5	1.82	694.2	100.35	262.35	152.128	152.122
3	10	1.96	782.16	107.92	278.53	171.402	171.397
4	25	2.11	884.72	116.00	295.89	192.846	193.871
5	50	2.25	975.72	123.60	312.30	213.804	213.812

Maka dapat disimpulkan hasil dari perhitungan diatas debit banjir lapangan dengan tinggi 6,44m yang mengakibatkan meluapnya air dari shear wall groundsill, dengan tinggi shear wall groundsill 4,5m

**Gambar 5. Hasil Perhitungan Potongan Melintang Groundsill**

Selanjutnya Menghitung Lebar ideal Groundsill karena perhitungan diatas mengakibatkan terjadinya peluapan air pada groundsill maka langkah selanjutnya dengan diketahui lebar (b) 60m, tinggi (h) 1,30m, kemiringan sungai 0,017 dan koefisien stickler (Ks) 35. Debit banjir actual yang ada dilapangan sebesar 412,16 m³/detik mendekati nilai debit banjir rencana dengan menggunakan metode wedumen periode ulang 5 tahun sebesar 401,74 m³/detik. Dengan demikian debit banjir rencana periode 25 tahun mengikuti metode wedumen yaitu sebesar 512 m³/detik

1. Tinggi Energi Peluap

Berikut adalah perhitungan yang dilakukan untuk mencari tinggi energi diatas peluap

- Dari perhitungan dan pengukuran lapangan sebelumnya didapatkan data debit banjir lapangan periode ulang 25 tahun (Q_{25}) = 512m³/dtk; lebar mercu bendung (B) = 60 m, dan lebar rata – rata sungai = 60m dan berdasarkan ketentuan koefisien debit (C_d) = 0,577, koefiseien kontraksi abutmen (K_a) = 0,2 dan percepatan gravitasi (g) = 9,81 m/s².
- Be = 60m
- Mencari H_1 (Q_{25}) dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 Q_{25} &= \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot g \times C_d \times B \times H_1 \\
 512 &= \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot 9,81 \times 0,577 \times 60 \times H_1^{1,5} \\
 512 &= 59,023 H_1^{1,5} \\
 H_1^{1,5} &= 4,22\text{m}
 \end{aligned}$$

2. Menghitung Tinggi Air di Atas Mercu Groundsill

Perhitungan dilakukan berdasarkan tinggi diatas mercu (h_1), dengan cara coba coba terhadap h_{vo} . Perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$h_d = H_1 - h_{vo} \rightarrow h_d = \text{tinggi diatas mercu}$$

$$d_o = h_d + P \rightarrow d_o = \text{tinggi diatas mercu} + \text{tinggi bendung}$$

$$A = B_{ef} \times d_o \rightarrow be = \text{lebar efektif mercu}$$

$$V = \text{Kecepatan aliran (m/dt)}$$

$$Q = \text{debit (m}^3/\text{dt)t}$$

$$A = \text{luas penampang (m}^2\text{)}$$

$$Hv_o = V^2/2g$$

Tabel 7. Perhitungan Tinggi Air Diatas Mercu Groundsill

No	Periode ulang (Tahun)	H1 (m)	hvo	hd (m)	P (m)	Do (m)	Beff (m)	A (m2)	Q (m3/dt)	v (m/dt)	Hv = v ² /2g
1	2	3.09	0.06	3.03	2.20	5.23	58.76	307.39	320.8	1.04	0.06
2	5	3.60	0.07	3.53	2.20	5.73	58.56	335.38	401.74	1.20	0.07
3	10	3.89	0.08	3.81	2.20	6.01	58.44	351.19	452.64	1.29	0.08
4	25	4.22	0.10	4.12	2.20	6.32	58.31	368.64	512	1.39	0.10
5	50	4.51	0.11	4.40	2.20	6.60	58.20	383.93	564.66	1.47	0.11

3. Menghitung Tinggi Muka Aie Di Hilir Groundsill

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus $Q = A \times V$

Untuk periode ulang 25 tahun debit (Q) = 694,096 m³/dt

$$K = 35$$

$$m = 0,5$$

$$I = \frac{\text{elevasi hulu} - \text{elevasi hilir}}{\text{jarak}}$$

$$= \frac{38-21}{1000}$$

$$= 0.017$$

$$B = 60$$

$$\frac{Q}{K.I^{1/2}} = \frac{((b+mh)h)^{5/3}}{(b+2h\sqrt{1+m^2})^{2/3}}$$

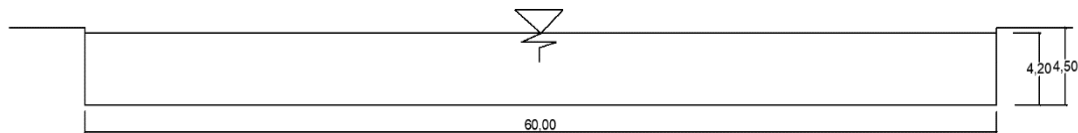
$$\frac{320.800}{35 \times 0.017^{1/2}} = \frac{((60+0,5) \cdot 1.1761)^{5/3}}{(b+2 \times 1,1761 \sqrt{1+0^2})^{2/3}}$$

$$70.298 \cong 70.297 \text{ Jadi } h = 1,0886 \text{ m}$$

Tabel 8. Menghitung Tinggi Air Di Hilir Groundsill

No	Periode Ulang (Tahun)	h (m)	Debit(m3/dt)	A (m2)	P (m)	$\frac{((b+mh)h)^{5/3}}{(b+2h\sqrt{1+m^2})^{2/3}}$	$\frac{Q}{K.I^{1/2}}$
1	2	1.088	320.8	65.32	193.00	70.299	70.298
2	5	1.25	401.74	74.76	212.63	88.070	88.034

No	Periode Ulang (Tahun)	h (m)	Debit(m ³ /dt)	A (m ²)	P (m)	$\frac{((b + mh)h)^{5/3}}{(b + 2h\sqrt{1 + m^2})^{2/3}}$	$\frac{Q}{K.I^{1/2}}$
3	10	1.33	452.64	79.80	223.14	98.181	99.188
4	25	1.44	512	86.47	237.09	112.194	112.196
5	50	1.53	564.66	91.72	248.12	123.738	123.736



Gambar 6. Hasil Perhitungan Potongan Melintang b=60

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa melalui aplikasi *arcgis* luas Catcment Area Batang Aie Dingi sebesar 127.42 km², Dari analisa curah hujan yang dilakukan dan uji distribusi probabilitas yang baik digunakan untuk menganalisa curah hujan yaitu distribusi Gumbel karena X^2 hitung < X^2 kritis. Q_{25} Metode Gumbel = 167.55m³/dtk, Perhitungan debit banjir rencana periode ulang yang digunakan adalah Q_{25} dengan metode Mononobe pada Analisa groundsill Bendung Koto Tuo ini didapat Q_{25} = 884,727 m³/dtk. Menghitung Kemampuan Groundsill Dalam Mengalirkan Debit Banjir. Perhitungan tinggi energy diatas peluap didapat kan hasil Q_{25} adalah H_1 = 6,44 dengan b = 55m. Perhitungan tinggi air diatas mercu Groundsill didapatkan hasil dari Q_{25} adalah H_d =6,26m dengan b = 55m. Perhitungan tinggi air dihilir Groundsil didapatkan hasil dari Q_{25} adalah h=2,11m dengan b = 55m. Menghitung lebar ideal Groundsill. perhitungan tinggi energy diatas peluap didapat kan hasil Q_{25} adalah H_1 =4.222m dengan b = 60m, Perhitungan tinggi air diatas mercu Groundsill didapatkan hasil dari Q_{25} adalah H_d = 4.12m b = 60m, Perhitungan tinggi air dihilir Groundsil didapatkan hasil dari Q_{25} adalah h=1.44m dengan b = 60m.

Simpulan dan Rekomendasi harus ada di bagian ini, dengan Font Size 12 dan jenis huruf Times New Roman. Tidak diperbolehkan menggunakan sub judul atau penomoran, sampaikan Simpulan dan Rekomendasi dalam paragraf dan hindari penggunaan data statistik.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2020. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: UGM Press.
- Barokah, I. dan D. Purwanto. 2014. Pengaruh Variasi Debit Aliran terhadap Gerusan Maksimal di Bangunan Jembatan dengan Menggunakan Program HEC-RAS. *Jurnal Inersia*. 10(2): 175- 184.
- Channels : A Review. *International Journal of Engineering and Technical Research*. 3(6) : 209-212.
- D. Harjono and P. Permana, “Kajian Ulang Control Stabilitas Groundsill Bendung Gerak Sungai Bengawan Solo di Kabupaten Bojonegoro”, *D’Teksi*, vol. 5, no. 1, p. 13, 2020.

- Faruque, M. A. A. dan F. Hanna. 2014. Scour Caused by Three-Dimensional Submerged Square Wall Jet: Sand Deposition in Scour Hole and Ridge. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*.
- Faruque, M. A. A. dan F. Hanna. 2014. Scour Caused by Three-Dimensional Submerged Square
- J.Patanduk., M.P.Hatta., Mardiana. 2014. Studi Eksperimen degradasi Dasaar Sungai pda Hilir Bangunan.
- Jurnal Teknik Sipil Fakultas tteknik Universita Hasanuddin.*
<http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/969>. 27 September 2018 (18.46).
- Kamiana I Made. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu.
- Massoudi, H. 1981. Hydraulics of river bed degradation, Willow Creek, Iowa. *Disertasi*. Water Resources Sanitary Engineering Iowa State University. Ames, Iowa.
- Mugade, U. R. dan J. B. Sapkale. 2015. Influence of Aggradation and Degradation on River
- Sayre, W.W. dan J. F. Kennedy. 1978. Degradation and Aggradation of The Missouri River. *Iowa Conservation Commission*. 23-25 January: 1-61.
- Sidharta SK, (1997) *Irigasi Bangunan Air* Universitas Gunadarma
- Soemarto.(1987). *Hidrologi*. Surabaya : Usaha Nasional, Surabaya
- Soewarno. (2004 *Hidrologi Teknik*. Bandung .
- Suhardjo, Imam. 2008. Degradasi Dasar Sungai. *Journal Teodolita*. 9(1)
- Wall Jet: Sand Deposition in Scour Hole and Ridge. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. 4(1): 1-6.
- Yulistiyanto B , (2020). *Perencanaan Bangunan Bendung*. Yogyakarta : Beta Offset Kavling Madukismo.