

# ANALISA GROUNDSILL SUNGAI BATANG KURANJI KOTA PADANG

Muhammad Raihan<sup>1)</sup>, Zufrimar<sup>2)</sup>

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

[01muhraihan@gmail.com](mailto:01muhraihan@gmail.com) [2zufrimar@bunghatta.ac.id](mailto:2zufrimar@bunghatta.ac.id)

## ABSTRAK

Pondasi pilar Jembatan Kuranji Jalan Bypass Padang yang berupa tiang pancang sudah terekspos yang disebabkan oleh fungsi *groundsill* di hilir jembatan tidak terpenuhi yaitu mengatur dasar sungai. Dengan melihat kondisi yang ada maka di perlukan penelitian terhadap *groundsill*. Untuk mencari curah hujan rencana digunakan data dari 4 stasiun hujan dalam rentang tahun 2008 – 2022. Dari hasil pengujian didapati curah hujan rencana metode Gumbel yang lolos pengujian kecocokan sebaran chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Debit banjir rencana yang digunakan adalah debit banjir rencana Mononobe dengan periode ulang 50 tahun ( $Q_{50}$ ) = 1365,456 m<sup>3</sup>/s. Dari hasil penelitian didapati agar *groundsill* dapat melakukan fungsinya dengan baik maka diperlukan peninggian elevasi *main dam groundsill* yaitu setinggi 2,177 m, penambahan panjang kolam olak sepanjang 42,309 m, penurunan kolam olak sedalam 0,89 m dan penambahan ketebalan kolam olak 1,5 m. Dari hasil pengujian kestabilan guling dan geser pada *groundsill* dalam kondisi muka air normal dan banjir, *groundsill* mampu bertahan dari gaya-gaya yang berpengaruh dan dapat dinyatakan stabil.

**Kata kunci : *Groundsill*, Curah Hujan, Debit Banjir, Kestabilan**

## PENDAHULUAN

Pada umumnya *groundsill* dibangun pada bagian hilir suatu bangunan sungai yang ingin dilindungi, pada Jembatan Kuranji yang merupakan bagian dari jalan by pass memiliki masalah dimana *groundsill* yang dibangun tidak dapat terisi dengan sedimen yang diakibatkan pada area hulu sudah banyak dibangun bangunan pengendali sedimen seperti *sabo dam*, *check dam* dan *groundsill*. Ketidakmampuan *groundsill* untuk mengisi dasar sungai dengan sedimen diperparah dengan elevasi *groundsill* yang dibangun lebih rendah daripada *pile cap* jembatan.

## METODE

Dalam pelaksanaan penelitian, yang pertama dilakukan adalah melakukan pengukuran langsung dilapangan, pengukuran yang dilakukan berupa pengukuran elevasi dasar sungai, pengukuran dimensi *groundsill*, dan pengukuran perbedaan elevasi *pile cap* dengan *groundsill*. Menurut Triatmodjo [1] sebelum memperhitungkan bangunan hidraulika seperti *groundsill*, perlu dilakukan analisa hidrologi terlebih dahulu. Pertama dilakukan pencarian besaran *catchment area* lalu menggunakan metode polygon thiessen untuk mengetahui berapa stasiun yang terpengaruh terhadap luasan *Catchment Area* (CA).

Setelah itu dilakukan perhitungan curah hujan harian maksimum rata-rata, lalu mencari curah hujan rencana menggunakan metode normal, gumbel, log normal dan log person III dan dilakukan pengujian distribusi probabilitas menggunakan metode chi-kuadrat dan smirnov-kolmogorov. Setelah itu dilakukan perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode mononobe dengan rumus:

$$Q_n = \frac{\alpha \times I \times A}{3,6}$$

Dimana:

- $Q_n$  = Debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu (m<sup>3</sup>/det)
- $\alpha$  = Koefisien pengaliran = 0,70
- $I$  = Intensitas hujan periode ulang tertentu (mm)
- $A$  = Luas catchment (km<sup>2</sup>)

Untuk mencari dimensi *groundsill* yang benar, menurut Yulistianto [2] dilakukan perhitungan untuk mencari ketinggian energi di atas peluap dengan rumus:

$$H_1 = h_d + \frac{v_0^2}{2g}$$

Dimana:

- $H_1$  = Ketinggian energi di atas mercu (m)

- $h_d$  = Kedalaman limpasan rencana (m)
- $v_0$  = Kecepatan aliran di hulu mercu (m/s)
- $g$  = Percepatan gravitasi ( $m^2/s$ )

Mencari panjang kolam olak yang dibutuhkan agar dapat memfalsifikasi loncatan air dari atas mercu dengan rumus:

$$L = I_w + L_j$$

Dimana:

- $I_w$  = Jarak loncat air pada arah horizontal (m)
- $L_j$  = Panjang loncat air (m)

Menurut Umar [3] untuk memastikan apakah bangunan *groundsill* yang dirancang mampu untuk menahan gaya-gaya yang terjadi pada tubuh *groundsill*, maka dilakukan pengecekan kestabilan guling dan geser dalam kondisi normal dan banjir dengan rumus:

$$SF_{guling} = \frac{\sum MV}{\sum MH} > 1,5$$

- $SF_{guling}$  = Faktor keamanan guling (ton)
- $\sum MV$  = Jumlah momen tahan (ton.m)
- $\sum MH$  = jumlah momen guling (ton.m)
- $S_f$  = Faktor Keamanan  $\geq 1,50$

$$SF_{geser} = \frac{\sum PV \cdot F}{\sum PH} > 1,5$$

- $SF_{geser}$  = Faktor keamanan geser (ton)
- $\sum PH$  = Keseluruhan gaya horizontal yang bekerja pada bangunan (ton)
- $\sum PV$  = Keseluruhan gaya vertical, dikurangi gaya tekan ke atas yang bekerja pada bangunan (ton)
- $F$  = Koefisien kekasaran = 0,6
- $S_f$  = Faktor Keamanan  $\geq 1,50$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum Rata-Rata

Tahun	Hujan Harian Maksimum	Tahun	Hujan Harian Maksimum
2008	124,440	2016	170,979
2009	82,762	2017	124,658
2010	43,373	2018	113,668
2011	97,693	2019	112,413
2012	115,900	2020	162,730
2013	128,326	2021	155,567
2014	108,690	2022	161,293
2015	152,411		

Dari hasil perhitungan untuk 4 stasiun hujan, yaitu STA Batu Busuk, STA Ladang Padi, STA Gunung Nago dan STA didapati curah hujan harian maksimum rata-rata yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2. Curah Hujan Rencana Metode Gumbel

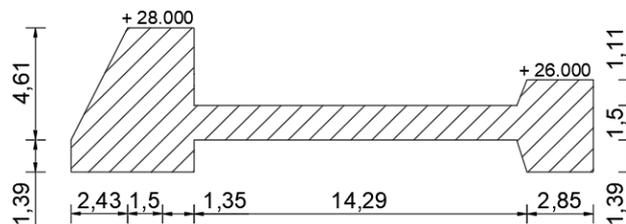
Periode Ulang (tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
2	118,763
5	156,703
10	181,826
25	211,119
50	237,109
100	260,481

Menggunakan metode gumbel, didapatkan hasil curah hujan rencana untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.yang dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 3. Debit Banjir Rencana Metode Mononobe

Periode Ulang (tahun)	Debit Banjir Rencana ( $m^3/s$ )
2	683,928
5	902,417
10	1047,092
25	1215,787
50	1365,456
100	1500,050

Menggunakan metode mononobe, didapatkan debit banjir rencana untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Untuk perhitungan dimensi *groundsill* digunakan periode ulang 50 tahun ( $Q_{50}$ ) = 1365,456  $m^3/s$



Gambar 1. Dimensi *Groundsill* Lapangan

Didapati dari pengukuran lapangan, kolam olak 1,5 m, ketebalan *main dam* dan *sub dam* 2,85 m dan panjang kolam olak 14,29 m

$$h' = \Delta H_1 - \Delta H_2 = 3 - 0,823 = 2,177 \text{ m}$$

Untuk mencari berapa kebutuhan penambahan elevasi *main dam groundsill* maka perhitungan di atas dilakukan dengan cara mencari selisih antara perbedaan ketinggian antara puncak *pile cap* dengan *groundsill* di lapangan dengan perbedaan ketinggian

yang seharusnya ada, sehingga didapati penambahan ketinggian *main dam* yaitu 2,177 m

$$H_1 = h_d + \frac{v_0^2}{2g} = 7,963 + \frac{2,122^2}{2 * 9,81} = 8,193 \text{ m}$$

Dari perhitungan di atas didapati bahwa ketinggian energi di atas mercu adalah 8,193 m. Ketinggian energi di atas peluap ini nantinya akan mempengaruhi secara langsung terhadap desain dimensi kolam olak.

$$I_w = v_c * t = 6,808 * 1,348 = 9,174 \text{ m}$$

Perhitungan di atas menunjukkan seberapa jauh jarak loncatan air dari atas mercu bendung yaitu sejauh 9,174 m

Tabel 4. Perhitungan Empiris Untuk Mencari Panjang Loncat Air

No.	Formula	Persamaan	L <sub>i</sub>
1	Woycieki (1934)	$L_j = (h_2 - h_1) \left( 8 - 0,05 \frac{h_2}{h_1} \right)$	53,006 m
2	Page (1935)	$L_j = 5,6h_2$	50,901 m
3	Ivanchenko (1936)	$L_j = 10,6(h_2 - h_1)(Fr_1^2)^{-0,185}$	47,195 m
4	Aravin (1935)	$L_j = 5,4(h_2 - h_1)$	36,687 m
5	Simoos (2008)	$L_j = h_2 \frac{(Fr_1^2 - 81,85Fr_1 + 61,13)}{(-0,62 - 10,71Fr_1)}$	49,338 m
		Rata - Rata	47,425 m

Pada tabel di atas terdapat beberapa rumus empiris yang bertujuan untuk mencari berapa panjang loncatan air. Nilai akhir yang diambil adalah rata-rata dari perhitungan rumus-rumus empiris tersebut didapati panjang loncatan air adalah 47,425 m.

$$L = I_w + L_j = 9,174 + 47,425 = 56,599 \text{ m}$$

Untuk mencari panjang kolam dilakukan penjumlahan nilai loncatan air dari atas mercu dengan nilai jarak loncatan air. Didapati nilai nya adalah 56,599 m

Tabel 5. Gaya-Gaya Yang Berpengaruh Dalam Kondisi Muka Air Normal

No	Faktor Gaya	Gaya (ton)		Momen (ton.m)	
		Horizontal	Vertikal	Guling	Tahan
1	Berat Sendiri		238,030		1295,905
2	Gempa	40,664		190,019	
3	Hidrostatik	2,370	1,185	24,232	13,513
4	Lumpur	1,263	1,897	12,911	21,621
5	Uplift Horizontal	5,856		87,260	56,895
6	Uplift Vertikal		-79,055	404,535	4,085
	<b>Jumlah</b>	50,153	162,057	712,958	1392,021

a. Stabilitas terhadap guling

$$SF_{guling} = \frac{\sum \text{momen tahan}}{\sum \text{momen guling}} = \frac{1392,021}{712,958} = 1,952 > 1,50 \dots \text{ok!!!}$$

b. Stabilitas terhadap geser

$$SF_{geser} = \frac{f. (\sum V - \sum U)}{\sum H} = \frac{0,6 \times 162,057}{50,153} = 1,939 > 1,50 \dots \text{ok!!!}$$

Tabel 6. Gaya-Gaya Yang Berpengaruh Dalam Kondisi Muka Air Banjir

No	Faktor Gaya	Gaya (ton)		Momen (ton.m)	
		Horizontal	Vertikal	Guling	Tahan
1	Berat Sendiri		238,030		1295,905
2	Gempa	40,664		190,019	
3	Hidrostatik	1,128	34,404	213,099	498,866
4	Lumpur	1,263	1,897	12,911	21,621
5	Uplift Horizontal	13,803		219,085	156,213
6	Uplift Vertikal		-130,463	677,755	7,328
	<b>Jumlah</b>	56,858	143,868	1297,655	1979,934

a. Stabilitas terhadap guling

$$SF_{guling} = \frac{\sum \text{momen tahan}}{\sum \text{momen guling}} = \frac{1979,934}{1297,655} = 1,526 > 1,50 \dots \text{ok!!!}$$

b. Stabilitas terhadap geser

$$SF_{geser} = \frac{f. (\sum V - \sum U)}{\sum H} = \frac{0,6 \times 143,868}{56,858} = 1,518 > 1,50 \dots \text{ok!!!}$$

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian didapati bahwa curah hujan rencana yang digunakan adalah metode gumbel, dengan luas CA = 124,769 Km<sup>2</sup>, debit banjir rencana yang digunakan adalah debit banjir rencana metode mononobe periode ulang 50 tahun (Q<sub>50</sub>) = 1365,456 m<sup>3</sup>/s, Dimensi *ground sill* lapangan adalah sebagai berikut, Tebal *main dam* dan *sub dam* yaitu 2,85 m, Ketinggian *main dam* 4,61 m dan *sub dam* 4 m, Panjang kolam olak yaitu 14,29 m, Tebal kolam olak yaitu 1,5 m Dimensi *ground sill* yang berubah agar aman dan dapat berfungsi untuk melindungi jembatan sebagai berikut, *main dam* harus ditambahkan setinggi 2,177 m, pertambahan panjang kolam olak yaitu 42,309 m, kolam olak diturunkan sebesar 0,89 m dan ketebalan kolam olak bertambah 1,5 m. dan *ground sill* aman terhadap guling dan geser dalam kondisi muka air normal dan banjir dengan faktor keamanan 1,5

Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, disarankan untuk menggunakan gps geodetik atau *theodolite* dalam melakukan pengukuran lapangan, pengukuran dilakukan di lebih banyak titik, dan untuk memperhitungkan dimensi dinding tepi yang aman setelah perubahan dimensi *ground sill*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- [2] Yulistiyo, B. (2020). *Perencanaan Bangunan Bendung*. Yogyakarta: Beta Offset.
- [3] Umar, Z. (2022). *Perhitungan Bendung Irigasi Teori dan Aplikasi*. Padang.