

# 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 memfalisitasi 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 keamana 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

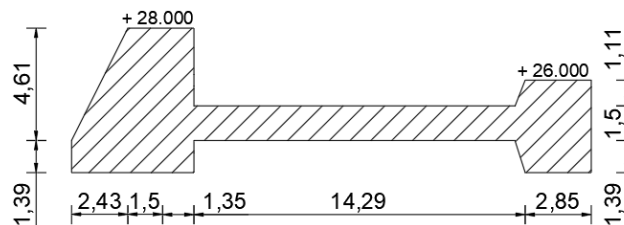
| Periode Ulang (tahun) | Curah Hujan Rencana (mm) |
|-----------------------|--------------------------|
| 2                     | 118,763                  |
| 5                     | 156,703                  |
| 10                    | 181,826                  |
| 25                    | 211,119                  |
| 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 *groundsill* 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 *groundsill* yang barubah 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 *groundsill* 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 *groundsill*.

## DAFTAR PUSTAKA

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