

EVALUASI KONSTRUKSI BENDUNG SEI WAMPUKECAMATAN STABAT KABUPATEN LANGKAT (STUDI KASUS)

Oleh :

Dedy Syaputra ¹⁾

Robinson Sidjabat ²⁾

Rahelina Ginting ³⁾

Universitas Darma Agung, Medan ^{1,2,3)}

E-mail :

dedysyaputra46@gmail.com ¹⁾

pt.percanusawahanaconsultant@yahoo.co.id ²⁾

grahelina77@gmail.com ³⁾

History Jurnal Ilmiah Teknik Sipil:

Received : 25 November 2021

Revised : 10 Desember 2021

Accepted: 23 Januari 2022

Published: 25 Februari 2022

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung

Licensed: This work is licensed under

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



ABSTRACT

This study aims at determining the design flood discharge at the Sei Wampu weir; knowing the maximum and minimum water discharge at the Sei Wampu weir; knowing the bending stability; and know the hydraulic bending. After conducting a preliminary survey, the determination of the research location can be determined if the location has met the specified requirements. Where the research location is in the Sei Wampu Dam in Pantaigemi Village, Kec. Kab. Stabat. Langkat. Rivers are very important for human life, one of which is as a source of water that can be used to meet irrigation needs, supply drinking water, industrial water needs, households and others. The need for water for human life is increasing so it is necessary to provide water. In the construction of the dam, it is equipped with the following data. The area of the watershed (DAS) is 291.91 km² and the length of the river is ± 41.87 km. The planned rainfall for the T-year return period uses the Gumbel method, namely R₂ = 119.666 mm; R₅ = 149.076 mm; R₁₀ = 168,546 mm; R₂₀ = 186,980 mm; R₂₅ = 193.153 mm; R₅₀ = 211.405 mm; R₁₀₀ = 229.523 mm. From the results of the calculation of flood discharge for the return period of T years using the Weduwen method with a value of Q₂ = 2776,318 m³/sec; Q₅ = 3110,045 m³/s; Q₁₀ = 3330,978 m³/s; Q₂₀ = 3540,156 m³/s; Q₂₅ = 3610,203 m³/s; Q₅₀ = 3817,316 m³/s; Q₁₀₀ = 4022,908 m³/s. To maintain the safety of the building when a major flood passes, in the planning of the Sei Wampu Weir, a planned flood discharge is used with a moderate value, namely Q₁₀₀ years = 4022,908 m³/second. the force due to the body's own weight of the weir obtained the force due to its own weight (G) = 107.62 Tons (↓), the moment due to its own weight (M) = 304.12 Ton meters (↑), the Earthquake Force, the force due to the earthquake (K) = 10.36 T (→), Earthquake moment (M) = 83.00 Tm (·).

Keywords: Map of Weir Location, Rainfall, Hydrology, Planned Flow

ABSTRAK

Tujuan studi ini adalah untuk mengetahui debit banjir rencana pada bendung Sei Wampu; mengetahui debit air maksimum dan minimum pada bendung Sei Wampu; mengetahui stabilitas bending; dan mengetahui hidrolis bending. Setelah dilakukan survey pendahuluan, penentuan lokasi penelitian dapat ditetapkan jika lokasi tersebut telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Dimana lokasi penelitian berada di Bendungan Sei Wampu di Desa Pantaigemi Kec. Stabat Kab. Langkat. Sungai merupakan yang sangat penting bagi kehidupan manusia salah satunya adalah sebagai sumber air yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan irigasi, penyediaan air minum, kebutuhan air industri,

rumah tangga dan lain-lain. Kebutuhan air bagi kehidupan manusia semakin meningkat sehingga perlu dilakukan penyediaan air. Dalam pembangunan bendung tetap dilengkapi dengan data-data sebagai berikut Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah seluas 291,91 km² dan Panjang sungai ± 41,87 km. Curah hujan rencana periode ulang T Tahun menggunakan metode Gumbel yaitu R2 = 119,666 mm; R5 = 149,076 mm; R10 = 168,546 mm; R20 = 186,980 mm; R25 = 193,153 mm; R50 = 211,405 mm; R100 = 229,523 mm. Dari hasil perhitungan debit banjir periode ulang T tahun menggunakan Metode Weduwen dengan nilai Q2 = 2776,318 m³/det; Q5 = 3110,045 m³/det; Q10 = 3330,978 m³/det; Q20 = 3540,156 m³/det; Q25 = 3610,203 m³/det; Q50 = 3817,316 m³/det; Q100 = 4022,908 m³/det. Untuk menjaga keamanan konstruksi pada waktu dilewati banjir besar, pada perencanaan Bendung Sei Wampu ini di pakai debit banjir rencana yang nilainya sedang yaitu Q100 tahun = 4022,908 m³/detik. gaya akibat berat sendiri tubuh bendung didapat gaya akibat berat sendiri (G) = 107,62 Ton (↓), momen akibat berat sendiri (M) = 304,12 Ton meter (↑), Gaya Akibat Gempa, gaya akibat gempa (K) = 10,36 T (→), Momen akibat gempa (M) = 83,00 Tm () .

Kata kunci : Peta Lokasi Bendung, Curah Hujan, Hidrologi, Debit Rencana.

1. PENDAHULUAN

Bendung adalah suatu bangunan yang dibuat dari pasangan batu kali, bronjong atau beton, yang terletak melintang pada sebuah sungai yang tentu saja bangunan ini dapat digunakan pula untuk kepentingan lain selain irigasi, seperti untuk keperluan air minum, pembangkit listrik atau untuk pengendali banjir. Bendung ada dua bagian, yaitu bendung tetap dan bendung tidak tetap (sementara), Stabilitas bendung adalah gambaran yang mendefinisikan bahwa bendung tersebut dalam keadaan sempurna dan dapat dimanfaatkan sebagai suatu bendung, yaitu ditinjau dari ketahanan bendung menerima gaya-gaya *internal* dan *external* yang dialaminya seperti, gaya guling, pergeseran, keruntuhan dan gaya *external* yang diakibatkan oleh gempa.

Dalam era pembangunan di Indonesia dewasa ini sektor pertanian merupakan salah satu sasaran pokok. Sebagai sub sektor yang mendukung pertanian tidak dapat dipisahkan dengan sektor ini, terutama dalam meningkatkan produksi pangan secara langsung produksi pangan sangat tergantung dari hasil yang dicapai dalam pembangunan dibidang sub sektor pengairan. Dalam rangka

peningkatan produksi pertanian untuk daerah Kabupaten Langkat perlu diadakan peningkatan sistim irigasi yang ada agar berfungsi dan bermanfaat semaksimal mungkin dengan salah satu cara perencanaan baru untuk daerah irigasi yang sebelumnya. Irigasi Sei Wampu yang berada di kecamatan Stabat yang direncanakan dengan debit kebutuhan normal yang akan disadap sebesar 3.112,00 ltr/det dengan luas areal persawahan 11,555 hektar, atau sekitar 629 m³/det. Poros bendung yang direncanakan melintang sungai, tinggi bendung 9,234 meter, dengan jari-jarihidrolis 5,00 meter dari dasarsungai yang beradadi elevasi +24,22m dan elevasi lantai depan +19,22m dengan bendung sebagai bangunan utamanya. Bendung Sei Wampu terletak sejauh ± 5 km di sebelah hulu kota Stabat, Ibu kota Kabupaten Langkat dan berjarak ±48km dari kota medan. Secara administratif Bendung Sei Wampu terletak di 3⁰44'45,80" LU dan 98⁰24'09,99" BT. Bendungan Sei Wampu terletak di dua desa dan dua kecamatan yakni di Desa Pantai Gemi Kecamatan Stabat dan Desa Stabat lama Kecamatan Wampu. Berdasarkan hal diatas maka diambillah judul skripsi ini dengan judul " Evaluasi Konstruksi

Bendung Sei Wampu Kecamatan Stabat Kabupaten Langkat”.

1.1 Tujuan Pembahasan

Ruang lingkup pembahasan yang dilakukan oleh penulis hanya berkisar pada hal-hal berhubungan dengan topik yang ditentukan. Adapun tujuan pembahasan ini adalah:

1. Mengetahui debit banjir rencana pada bendung Sei Wampu.
2. Mengetahui debit air maksimum dan minimum pada bendung Sei Wampu
3. Mengetahui stabilitas bendung
4. Mengetahui hidrolis bendung

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas dalam skripsi ini adalah :

1. Curah hujan dan debit banjir
2. Debit maksimum dan minimum
3. Analisa stabilitas bendung
4. Analisa Hidrolis Bendung

1.2. Batasan Masalah

Batasan masalah yang di bahas dalam skripsi ini:

1. Curah hujan dan debit banjir.
2. Debit maksimum dan minimum.
3. Stabilitas bendung.
4. Analisa Hidrolis Bendung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidrologi

Hidrologi pada dasarnya adalah suatu ilmu yang bersifat menafsirkan. Melakukan percobaan dibatasi oleh ukuran kejadian di alam, yang diteliti secara sederhana dengan akibat yang bersifat khusus. Persyaratan mendasarnya berupa data yang diamati dan diukur mengenai semua segi

pencurahan, pelimpasan, penelusuran sungai, penguapan dan seterusnya (EM. Eilsoe, 1969).

2.2 Analisa Frekuensi Data Hidrologi

Analisa frekuensi Curah Hujan Rencana Menurut Gumbel, Hasper dan log Person III, yang dimaksud dengan analisa frekuensi hujan ialah analisa berulangnya satu peristiwa curah hujan, baik frekuensi persatuan waktu maupun periode ulang (*return periode*), guna mendapatkan curah hujan rencana dengan periode ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun. Curah hujan dianalisa dari data yang diambil dari stasiun pengukuran curah hujan dan analisa dengan menggunakan metode Hasper, Gumbel dan log Person III.

2.3 Metode Gumbel Secara Analitis

Rumus :

$$R_t = R + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \cdot S_x \dots (2.1)$$

Dimana :

R_t = hujan harian maksimum yang diperkirakan terjadi dalam periode t Tahun

T = return periode (periode ulang)

R = hujan harian maksimum rata-rata selama pengamatan (mm)

Y_t = reduced variated

Y_n = expected standard deviation of reduced extremes

S_n = standard deviation (mm)

2.4 Analisa Curah Hujan Menurut Metode Normal

Perhitungan curah hujan rencana berdasarkan distribusi normal

menggunakan rumus sebagai berikut :
 $X_t = X + Kt \times Sd \dots\dots(2.2)$

Dimana :

X_t = Hujan rencana dengan periode ulang t Tahun

X = Nilai rata-rata dari data hujan (mm)

Sd = Standart Deviasi

Kt = Faktor frekuensi nilai bergantung dari T

Curah hujan rata-rata dihitung dengan rumus :

$$X = \frac{\sum x_i}{n} \dots\dots\dots(2.3)$$

Standart deviasi dihitung dengan cara :

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum (X - X_1)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.4)$$

2.5 Distribusi Probabilitas Log Normal

Pada metode ini jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan persamaan :

$$\text{Log } X_1 = (\text{Log } X_{\text{rata}}) + K_1 x (S \text{ Log } X) \dots\dots(2.4a)$$

Keterangan :

$\text{Log } X_i$ = nilai logaritmis hujan atau debit rencana dengan periode ulang T

$\text{Log } X_{\text{rata}}$ = nilai rata-rata $\text{Log } X_i$

$$\text{Log } x = \frac{\sum \log x_i}{n} \dots\dots\dots(2.4b)$$

S $\text{Log } X$ = deviasi standart dari $\text{Log } X_i$, dihitung dengan persamaan :

$$S \text{ Log } X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } x_i - \text{Log } X)^2}{n-1}} \dots\dots(2.4c)$$

2.6 Distribusi Pearson III

Persamaan PDF dari Distribusi Pearson III adalah :

$$\frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \left(\frac{x-y}{\alpha}\right)^{\beta-1} E^{-\left(\frac{x-y}{\alpha}\right)} \dots\dots(2.5a)$$

Distribusi ini mempunyai tiga parameter, yaitu α , dan γ , sedangkan (β) adalah

Fungsi gamma. Penentuan parameter distribusi dengan metode momen menghasilkan :

$$\alpha = \frac{\sigma}{\sqrt{\beta}} ; \beta = \left(\frac{\gamma}{g}\right)^2 ; \gamma = \mu - \sigma \sqrt{\beta} \dots\dots(2.5B)$$

Faktor frekuensi K distribusi pearson III adalah :

$$K \approx t + (t^2 - 1) \frac{g}{6} + \frac{1}{3} (t^3 - 6t) \left(\frac{g^2}{6}\right) - (t^2 - 1) \left(\frac{g^3}{6}\right) + t \left(\frac{g^4}{6}\right) + \frac{1}{3} \left(\frac{g^5}{6}\right) \dots\dots(2.5C)$$

Dimana :

t = standar normal deviate, tergantung oleh periode ulang T

g = koefisien skew

2.7 Metode Log Person Type III

Rumus :

$$\text{Log } x = \text{Log } \bar{x} + G \cdot Si \dots\dots(2.6a)$$

Dimana :

$\text{Log } x$ = Logaritma dari curah hujan

$\text{Log } \bar{x}$ = rata-rata logaritma dari curah hujan

$$\text{Log } \bar{x} = \frac{\sum \log x_i}{n} \dots\dots\dots(2.6b)$$

Si = standart deviasi

$$Si = \sqrt{\frac{(\log x_i - \log \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots(2.6c)$$

Gambar 3. Bagan Alir Metodologi Penelitian

Gambar 1. Peta Lokasi Bendung Sei Wampu



Gambar 2. Peta Situasi Bendung Sei Wampu

3.3 Bagan Alir Penelitian



3.4 Data Curah Hujan

Untuk melengkapi perhitungan dilakukan dengan melengkapi data-data curah hujan yang diperoleh dari yaitu seperti tabel berikut ini :

Tabel 1. Curah Hujan Rata - Rata Pada Sta Stabat

Tahun	R (mm)
2009	168
2010	85
2011	120
2012	140
2013	99
2014	104
2015	128
2016	114
2017	114
2018	164

Sumber : Sta. Stabat

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Analisa Curah Hujan

Analisa Curah Hujan Menurut Metode Normal, Metode Log Person III, dan Metode Gumbel.

Tabel 2. Curah Hujan Periode Ulang T Tahun Stasiun Stabat

Periode Ulang T Tahun	Curah Hujan Rencana (Rt) Dalam mm
-----------------------	--

	Normal	Log Person III	Gumbel
2	123,600	123,595	119,666
5	146,347	151,676	149,076
10	158,234	168,804	168,546
20	162,448	175,330	186,980
25	170,904	189,195	193,153
50	179,089	203,660	211,405
100	174,068	217,586	229,523

4.2 Perhitungan Analisa Debit Banjir

Analisa Debit Banjir menggunakan Metode Hapers, Metode Weduwen, dan Metode Rational dari Jepang (DR. Mononobe).

Tabel 3. Debit Banjir Rencana Periode Ulang T Tahun

Periode Ulang T Tahun	Debit Banjir Rencana (QT) dalam m ³ /det			
	Hasper	Mononobe	Weduwen	Rata - Rata
2	634,624	590,393	2776,318	1333,778
5	790,593	735,492	3110,045	1545,377
10	893,894	831,551	3330,978	1685,474
20	991,609	922,498	3540,156	1818,088
25	1024,347	952,954	3610,203	1862,50

				1
50	1121,142	1043,003	3817,316	1993,820
100	1217,227	1132,392	4022,908	2124,176

4.3 Perhitungan Stabilitas Bendung

Titik guling perlu diperhitungkan pada tempat yang lemah. Ketentuan-ketentuan yang diambil dalam perhitungan ini adalah

- Berat jenis lumpur = 1,6 t/m³
- Berat jenis pasangan batu = 2,2 t/m³
- Berat jenis air = 1 t/m³
- Berat jenis tanah/pasir = 1,8 t/m³

a. Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Tubuh Bendung

Momen penahan adalah momen dan gaya dalam yaitu berat sendiri tubuh bendung untuk mempermudah perhitungan, maka tubuh bendung dibagi bagi dalam beberapa bentuk (segitiga, segi empat) seperti tergambar dan hitung secara tabel perhitungan momen akibat berat sendiri ditinjau pada titik 0.

Tabel 4. Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Tubuh Bendung

Gaya	Besar Gaya (Ton)	Lengan Momen (M)	Momen (Tm)
G1	$\frac{1}{4} \times 3,14 \times 1,5^2 \times 2,2 = 3,89$ (↓)	6,459	25,098 (↑)
G2	$\frac{1}{2} \times 1,5 \times 2,12 \times 2,2 = 3,5$ (↓)	6,459	22,607 (↑)

G3	$3,65 \times 3 \times 2,2 = 24,09$ (↓)	4,134	99,588 (↑)
G4	$2,56 \times 0,62 \times 2,2 = 3,5$ (↓)	4,678	16,368 (↑)
G5	$\frac{1}{2} \times 2,56 \times 2,56 \times 2,2 = 7,21$ (↓)	4,252	30,676 (↑)
G6	$1,22 \times 3,18 \times 2,2 = 8,52$ (↓)	2,79	23,769 (↑)
G7	$0,87 \times 3 \times 2,2 = 5,76$ (↓)	1,745	10,043 (↑)
G8	$\frac{1}{2} \times 1,22 \times 3,16 \times 2,2 = 4,23$ (↓)	2,587	10,954 (↑)
G9	$2,18 \times 8 \times 2,2 = 38,39$ (↓)	1,091	41,879 (↑)
G10	$1,31 \times 1,49 \times 2,2 = 4,3$ (↓)	2,836	12,186 (↑)
G11	$\frac{1}{2} \times 1,22 \times 3,16 \times 2,2 = 4,23$ (↓)	2,587	10,954 (↑)
$\Sigma G = 107,62$ (↓)			$\Sigma M = 304,12$ (↑)

b. Perhitungan Gaya Akibat Gempa Pada daerah-daerah yang rawan dan dapat terjadi gempa bumi maka harus diperhitungkan adanya gaya horizontal akibat gempa bumi tersebut.

Akibat gempa bumi dihitung dengan rumus :

$$K = E \times G$$

Dimana,

K = Gaya horizontal yang bekerja pada titik berat bagian konstruksi yang ditinjau arah yang paling berbahaya

E = Koefisien gempa

G = Muatan mati dari konstruksi yang ditinjau

Harga E dari peta gempa E = 0,1

Tabel 5. Perhitungan Gaya Akibat Gempa

Gaya	Besar Gaya (Ton)	Lengan Momen (M)	Momen (Tm)
K1	$0,1 \times 3,89 =$	13	5,05 ()

	$0,39$ (→)		
K2	$0,1 \times 3,60 = 0,35$ (→)	11,79	4,13 ()
K3	$0,1 \times 24,09 = 2,41$ (→)	12,50	30,11 ()
K4	$0,1 \times 9,50 = 0,35$ (→)	10,69	3,74 ()
K5	$0,1 \times 7,21 = 0,72$ (→)	9,53	6,87 ()
K6	$0,1 \times 8,52 = 0,85$ (→)	9,41	8,02 ()
K7	$0,1 \times 5,76 = 0,58$ (→)	9,50	5,47 ()
K8	$0,1 \times 4,23 = 0,42$ (→)	6,76	2,86 ()
K9	$0,1 \times 38,39 = 3,84$ (→)	4,0	15,35 ()
K10	$0,1 \times 4,30 = 0,43$ (→)	0,75	0,32 ()
K11	$0,1 \times 4,23 = 0,42$ (→)	2,56	1,08 ()
$\Sigma K = 10,76$ (→)			$\Sigma M = 83,00$ ()

c. Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Air (Gaya Hidrostatik)

Tekanan air statik, dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} P_h &= \frac{1}{2} \times \gamma_w \times H^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 1 \text{ t/m}^3 \times 8^2 \\ &= 32 \text{ Ton} \end{aligned}$$

d. Perhitungan Akibat Tekanan Tanah

- Perhitungan Tekanan Tanah Aktif

$$\begin{aligned} P_a &= \frac{1}{2} \times \gamma_t \times H^2 \times K_a \\ &= \frac{1}{2} \times 1,8 \times 10^2 \times 0,33 \\ &= 29,7 \end{aligned}$$

- Perhitungan Tekanan Tanah Pasif

$$\begin{aligned} P_b &= \frac{1}{2} \times \gamma_t \times H^2 \times K_p \\ &= \frac{1}{2} \times 1,8 \times 10^2 \times 3 \\ &= 270 \end{aligned}$$

4.4 Analisis Hidrolis Bendung

Pada bagian perhitungan hidrolis bendung membahas tentang

penentuan/pengecekan elevasi muka air normal bendung pengecekan hidrolis bangunan pengambilan, penentuan lebar bendung type dan dimensi mercu, tinggi air diatas mercu dan ruang olak.

Perhitungan Hidrolis Pintu Bendung berdasarkan data yang ada:

- Tinggi air di Hulu (h_1) = 10 m
- Tinggi air di Hilir (h_2) = 7 m
- Lebar pintu Bendung (B) = 5 m
- Tinggi pintu Bendung = 3 m
- Elevasi dasar Bendung = +2,0 m
- Elevasi Mercu Bendung = +5,00
- Debit aliran banjir maksimum: Q_{100}
= 4022,908 m³/det

$$\text{Debit } Q_{100} \{ \text{untuk satu buah pintu} \} = \frac{4022,908 \text{ m}^3/\text{det}}{12} = 335,24 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q = K \cdot \mu \cdot a \cdot B \cdot \sqrt{2g} \cdot h_1$$

Dimana:

$$Q = \text{debit aliran, } Q_{100} \text{ (m}^3/\text{det)} = 335,24 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$K = \text{koefisien aliran tenggelam} = 0,38$$

$$\mu = \text{koefisien debit} = 0,72$$

$$a = \text{tinggi bukaan pintu (m)}$$

$$B = \text{lebar pintu (m)} = 5 \text{ m}$$

$$h_1 = \text{tinggi air didepan pintu (m)} = 10 \text{ m}$$

$$g = \text{percepatan gravitasi} = 9,81 \text{ m/det}^2$$

$$Q = K \cdot \mu \cdot a \cdot B \cdot \sqrt{2g} \cdot h_1$$

$$335,24 = 0,38 \times 0,72 \times a \times 5 \cdot \sqrt{2 \times 9,81} \times 10$$

$$335,24 = 60,59 \times a$$

$$a = \frac{129,201}{46,100}$$

$$a = 5,53 \text{ meter}$$

Jadi tinggi bukaan pintu (a) 1 buah pintu hidrolis untuk mengalirkan debit banjir rencana dengan $Q_{100} = 335,24 \text{ m}^3/\text{det}$ adalah 5,53 meter.

4.5 Elevasi Muka Air Normal

Evelasi muka air normal ditentukan dengan cara seperti telah diuraikan pada sebelumnya yaitu berdasarkan kebutuhan :

- Elevasi muka air yang diperlukan unuk Irigasi
- Beda tinggi energi yang diperlukan untuk system pengurasan kantong lumpur sampai ke outlet saluran pembilas pada kondisi muka air Q 1/5.

Dari hasil perhitungan tersebut diatas elevasi muka air minimum yang diperlukan adalah + 8,50 m berdasarkan kebutuhan elevasi irigasi. Maka untuk elevasi muka air normal Bendung Sei Wampu ditetapkan + 10,00 m.

5. SIMPULAN

Simpulan

1. Dari hasil perhitungan dan perbandingan maka disimpulkan bahwa :
 - a. Dari hasil perhitungan curah hujan dengan menggunakan Metode Log Normal, Log Person III, dan Metode Gumbel untuk Sta. Stabat maka curah hujan yang tertinggi ada pada metode gumbel, yaitu R2 = 119,666 mm; R5 = 149,076 mm; R10 = 168,546 mm; R20 = 186,980 mm; R25 = 193,153 mm; R50 = 211,405 mm; R100 = 229,523 mm.
 - b. Dari hasil perhitungan debit banjir periode ulang T tahun Sungai Wampu menggunakan Metode Haspers, Metode Weduwen dan Metode

Rasional dari Jepang (DR. Mononobe), dimana hasil perhitungan debit banjir paling besar adalah Metode Weduwen dengan nilai $Q_2 = 2776,318 \text{ m}^3/\text{dt}$; $Q_5 = 3110,045 \text{ m}^3/\text{dt}$; $Q_{10} = 3330,978 \text{ m}^3/\text{dt}$; $Q_{20} = 3540,156 \text{ m}^3/\text{dt}$; $Q_{25} = 3610,203 \text{ m}^3/\text{dt}$; $Q_{50} = 3817,316 \text{ m}^3/\text{dt}$; $Q_{100} = 4022,908 \text{ m}^3/\text{dt}$.

1. Untuk menjaga keamanan konstruksi pada waktu dilewati banjir besar, pada perencanaan Bendung Serdang ini dipakai debit banjir rencana maksimum dari Mononobe yang nilainya yaitu Q_{100} tahun = $4022,908 \text{ m}^3/\text{dt}$.
2. Gaya Akibat Berat Sendiri Tubuh Bendung didapat :
 - Gaya akibat berat sendiri (G) = $107,62 \text{ Ton}$ (↓)
 - Momen akibat berat sendiri (M) = $304,12 \text{ Ton meter}$ (↑)
3. Gaya Akibat Gempa didapat :
 Gaya akibat gempa (K) = $10,36 \text{ T}$ (→)
 Momen akibat gempa (M) = $83,00 \text{ Tm}$ (↻)
4. Gaya akibat tekanan air (gaya hidrostatis) = 32 Ton
5. Gaya akibat tekanan tanah aktif = $29,7$ sedangkan gaya akibat tekan tanah pasif = 270

Saran

1. Untuk meningkatkan keamanan tubuh bendung bahaya yang tidak terduga baik dalam kondisi normal maupun ekstrim yang dapat mengakibatkan keruntuhan pada bendung, sebaiknya konstruksi tubuh bendung diperbesar tetapi dengantetap mempertimbangkan efisiensinya.
2. Dalam mengatasi masalah erosi bawah tanah atau piping, dapat diatasi dengan dua cara yaitu memperbesar lantai muka bendung

atau menambahkan *sheet pile* pada konstruksi dasar bendung

3. Untuk hasil yang lebih teliti atau akurat pada data curah hujan sebaiknya menggunakan lebih banyak data curah hujan dari beberapa stasiun dengan tahun pengamatan yang lebih panjang.

6. DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum, Standar Perencanaan Irigasi (KP. 01,02,03,04,05,06,07,08) Penerbit Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum Jakarta 1986.

Departemen Pekerjaan Umum, Tata Cara Perencanaan Umum Bendung, SK. SNI. T-02-1990F, Penerbit Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum Jakarta 1990.

Das, Braja M, Mekanika Tanah II, Penerbit Erlangga Jakarta 1991.

Hardiyanto Christady, Mekanika Tanah II, Penerbit Gramedia Pustaka Utama Jakarta 1994.

Mawardi, Erman dan Memed, Moch, Desain Hidraulik Bendung Tetap Untuk Irigasi Teknis, Penerbit, Alfabeta Bandung 2002.

Amin dkk, Debit Banjir Rencana, Jurnal Nasional, Jakarta 2017.