

Pengaruh Pemilihan Kala Ulang Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu Terhadap Dimensi Sand Pocket di Gunung Merapi

Imam Sudrajad ^{1*}, Yeri Sutopo ², dan Agung Sutarto ³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang–Semarang

**e-mail corresponding author* : imamsudrajad@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Debit banjir rancangan menjadi parameter penting dalam perencanaan desain bangunan air. Saat analisis debit banjir rancangan, pemilihan kala ulang menjadi hal yang krusial karena akan menentukan besarnya debit banjir rancangan. Pemilihan kala ulang disesuaikan dengan karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS). Lokasi perencanaan *Sand Pocket* berada di kali Woro, Klaten, Jawa Tengah. Tidak tersedianya data debit banjir rancangan pada lokasi pengamatan mengakibatkan analisis debit banjir rancangan ini dilakukan. Penelitian ini berfokus untuk membandingkan besaran debit banjir rancangan dari kala ulang yang berbeda yaitu Q5th, Q10th, Q25th, Q50th, dan Q100th. Setelah debit banjir didapatkan kemudian digunakan untuk menghitung dimensi bangunan *Sand Pocket*. Setiap kala ulang yang digunakan pada penelitian ini menghasilkan dimensi bangunan yang berbeda di beberapa bagian. Analisis ini memperlihatkan bagian dimensi bangunan yang berbeda akibat perbedaan debit banjir yang dihasilkan yaitu pada bagian *Main Dam* dan *Sub Dam* adalah tinggi efektif, kemiringan hulu (m), tinggi aliran di atas mercu, tinggi jagaan, kedalaman pondasi, dan lebar dasar. Pada bagian Kolam olah mendapat perbedaan dimensi panjang lantai dan tebal lantai kolam. Kemudian perbedaan dimensi pula di kemiringan sisi hulu sayap *Main Dam* dan *Sub Dam*. Pemilihan kala ulang ini menentukan besaran debit banjir rencana yang akan dihasilkan yang berpengaruh terhadap dimensi *Sand Pocket* yang akan direncanakan.

Kata kunci : debit banjir; kala ulang; *nakayasu*; *sand pocket*.

ABSTRACT

Design flood discharge has become an important parameter in hydraulic construction design planning. When analyzing it, return period selection is crucial because it will determine the amount of design flood discharge. The return period selection is adjusted to the characteristics of the Watershed (DAS). The Sand Pocket planning location is in Woro River, Klaten, Central Java. The unavailability of design flood discharge data at the observation site resulted in the design flood discharge analysis being carried out. This study focuses on comparing the magnitude of design flood discharges from different return periods, namely Q5th, Q10th, Q25th, Q50th, and Q100th. After the flood discharge is obtained, it is utilized to calculate the dimensions of the Sand Pocket construction. Each return period used in this study produced different dimensions of the building in several parts. This analysis shows the different dimensions of the building due to differences in flood discharge generated, namely the Main Dam and Sub Dam parts including effective height, upstream slope (m), flow height above the lighthouse, freeboard, foundation depth, and base. In the part of apron, there are differences of floor length and thickness dimension. The difference dimensions also appeared on the upstream side slope of Main Dam and Sub Dam. This return period selection determines the amount of the design flood discharge that will affect the dimensions of the Sand Pocket that will be planned.

Keywords : *flood discharge; return period; nakayasu; sand pocket*

Cara Mengutip : Sudrajad, I., Sutopo, Y., Sutarto, A. (2020). Pengaruh Pemilihan Kala Ulang Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu Terhadap Dimensi Sand Pocket di Gunung Merapi. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 5(1), 80-89. <http://dx.doi.org/10.33366/rekabuana.v5i1.1680>



Content from this work may be used under the terms of the **Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License**. Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI.

1. PENDAHULUAN

Tahun 2012 endapan material yang berpotensi menjadi banjir lahar sebesar 7,5 juta m³. Sisa material erupsi gunung Merapi pada tahun 2010 yang mengendap di tujuh sungai berhulu di gunungapi aktif tersebut masih mencapai sekitar 58 juta m³ dan berpotensi menjadi banjir lahar saat musim hujan. [1]

Dalam merencanakan *Sand Pocket* langkah pertama yang harus dilakukan adalah merencanakan debit banjir rancangan. Debit banjir rancangan dihitung menggunakan data curah hujan yang didapatkan dari stasiun penakar curah hujan yang berada di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS). Debit banjir rancangan tersebut kemudian digunakan untuk menghitung dimensi bangunan *Sand Pocket*.

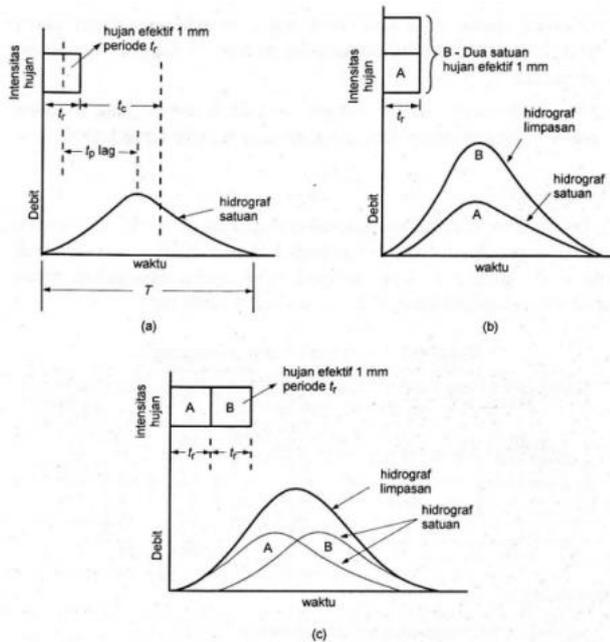
Dam Pengendali Sedimen atau dikenal dengan Dam Sabo merupakan salah satu bangunan pengendali sedimen yang bekerja dalam satu sistem pengendalian guna menampung air yang ditetapkan, yaitu mengelola kelebihan sedimen sedemikian rupa sehingga tidak membahayakan bagian hilirnya. Dam Pengendali Sedimen memiliki peran dominan dalam mengelola volume sedimen melalui fungsi mandi yang ada dalam setiap DAM Sabo, yaitu fungsi menampung, mengontrol dan menahan sedimen. Fungsi-fungsi tersebut dalam satu sistem pengendalian sedimen memberikan kontribusi secara koherensif dalam pengelolaan kelebihan sedimen yaitu mereduksi jumlah sedimen, mereduksi proses sedimen dan mengontrol aliran sedimen. [2]

Salah satu bangunan sedimen yang masih sejenis dengan Sabo DAM adalah kantong pasir / *Sand Pocket*. *Sand Pocket* dibuat menutup cekungan yang terdapat di ujung atau di pangkal alur sungai dengan konstruksi bendungan dan tanggul keliling

untuk menahan/menimbun debris yang memasukinya dan meneruskan aliran air ke hilir melewati suatu mercu limpasan yang disediakan pada bendungannya. Bangunan tersebut dapat dilengkapi jalan akses untuk memfasilitasi penambangan bahan galian C dari dalamnya. Aktivitas ini akan membantu mengosongkan deposit di dalamnya agar memulihkan volume penampungan rencana untuk mengendalikan sedimentasi aliran sungai serta memberikan penghasilan bagi para penambangnya. [2]

Hidrograf Satuan Sintetik (*HSS Nakayasu*) merupakan suatu cara yang digunakan untuk mendapatkan hidrograf banjir rencana dalam suatu DAS, dengan mempertimbangkan karakteristik atau parameter daerah aliran sungai tersebut. Metode ini akan digunakan untuk menghitung debit banjir maksimum di DAS sungai woro. *HSS Nakayasu* dikembangkan berdasarkan beberapa sungai di Jepang. [3]. Hidrograf merupakan penyajian grafis antara salah satu unsur aliran dengan waktu. Hidrograf menunjukkan sifat tanggapan DAS terhadap masukan hujan dengan intensitas, lama dan tagihan tertentu. Penggunaan metode ini memerlukan beberapa karakteristik parameter daerah lainnya, seperti tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak (*time of peak*), tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time lag*), tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograph*), luas DAS, panjang alur sungai utama terpanjang (*length of the longest channel*). [4]

Penjelasan mengenai karakteristik bentuk hidrograf yang merupakan dasar dari konsep hidrograf satuan menurut Triatmodjo, (2008) [5] dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Prinsip hidrograf satuan
Triatmodjo, B (2008)

Kegunaan hidrograf satuan sendiri untuk memperkirakan debit banjir rencana pada suatu DAS atau sub-DAS. Menurunkan hidrograf satuan DAS atau sub-DAS lain khususnya yang mempunyai kemiripan karakter, penggunaannya harus memperhatikan luas DAS atau sub-DAS. Penggunaan hidrograf satuan tidak boleh lebih dari 5000 km², kecuali diperkenankan menggunakan akurasi. [6].

Berdasarkan permasalahan yang ada dapat dirumuskan tujuan yang akan dicapai yaitu: (a) Menganalisis luas Daerah Aliran Sungai (DAS) dari titik lokasi rencana Sand Pocket; (b) Menganalisis nilai debit banjir kala ulang 5th, 10th, 25th, 50th dan 100th dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik *Nakayasu*; (c) Menganalisis dimensi bangunan Sand Pocket yang sesuai dengan debit banjir yang didapatkan dari kala ulang kala ulang 5th, 10th, 25th, 50th dan 100th.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian yang dilakukan di kali Woro data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari survei dan pengujian material secara langsung sedangkan data sekunder diperoleh dari lembaga penyedia data yang dibutuhkan tersebut. Data primer yang didapatkan di lapangan berupa dimensi penampang kali Woro, sampel tanah yang selanjutnya akan diuji di Laboratorium Mekanika Tanah dan kondisi sungai serta area sekitarnya. Sedangkan untuk data sekunder yang digunakan adalah data curah hujan tahunan yang dimana lokasi stasiun hujan berada didekat kali Woro atau mempunyai elevasi lebih tinggi dari lokasi rencana *Sand Pocket*. Selanjutnya peta topografi yang didapatkan dari lembaga penyedia peta kemudian diolah untuk mendapatkan besaran luas DAS serta panjang kali Woro sesuai titik koordinat rencana *Sand Pocket*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh penulis sebelumnya yang dimuat dalam skripsi dengan judul *Dimensi dan Stabilitas Sand Pocket di kali Woro, Koordinat 7°44'42.3"LS 110°31'53.9"BT Klaten, Jawa Tengah*. Skripsi tersebut membahas tentang perencanaan dimensi dan stabilitas *Sand Pocket* di kali Woro. Perhitungan dimensi pada skripsi tersebut menggunakan debit banjir rencana dari kala ulang 50 tahun. Sedangkan stabilitas yang dihitung berdasarkan pada kondisi aliran air normal, aliran air banjir dan gempa.

Proses analisis perhitungan dimensi *Sand Pocket* dapat dilihat di gambar 2.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

Peta DAS digunakan untuk membagi daerah cakupan stasiun hujan yang mewakili luasan daerah hujan dari suatu stasiun penakar curah hujan. Untuk penelitian ini, penulis menggunakan teknik *Polygon Thiessen* karena lebih efektif dari segi waktu penelitian dan ketelitiannya. Karena teknik *Polygon Thiessen* menghasilkan angka curah hujan yang lebih akurat dibanding rata – rata aritmatik dan dari segi waktu lebih membutuhkan sedikit waktu daripada cara isohyet. Teknik *Isohyet* yang mana lebih teliti dibanding dua cara diatas. Namun, cara perhitungan ini memerlukan banyak waktu karena garis-garis isohyet yang baru perlu ditentukan untuk setiap curah hujan. [7]

Luas DAS dan panjang sungai yang telah didapatkan digunakan untuk mengolah debit banjir rancangan, dipadukan dengan data curah hujan dari 3 stasiun berbeda. Pengolahan dimulai dari mencari curah hujan maksimum kemudian data tersebut diuji sebaran menggunakan uji *Smirnov Kolmogorov*. Setelah memenuhi kemudian dilanjutkan dengan perhitungan frekuensi

hujan rancangan dan yang terakhir menghitung debit banjir menggunakan metode *HSS Nakayasu*. Persamaan yang digunakan untuk analisis debit banjir rancangan metode *HSS Nakayasu* berdasarkan SNI 2415-2016 tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana [8] yaitu :

$$tg = 0,4 + 0,058xL$$

untuk $L > 15$ km(1)

$$tg = 0,21 xL^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km}.....(2)$$

$$tp = tg + 0,8Tr \text{ (2.25) }(3)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot tg.....(4)$$

$$Q_p = \frac{1}{3,6} xAxR_0x \frac{1}{(0,3xt_pxt_{0,3})}(5)$$

Keterangan:

tg : waktu kelambatan (jam)

L : panjang sungai (Km)

$T_{0,3}$: waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak (jam)

$1,5 t_{0,3}$: waktu saat debit sama dengan 0,32 kali debit puncak (jam)

α : koefisien, nilainya antara 1,5 – 3,0

$$\alpha = \frac{0,47(A.L)^{0,25}}{tg}(6)$$

tp : waktu puncak (jam)

Q_p : debit puncak (m³/det)

A : luas DPS (Km²)

T_r : durasi hujan (jam) = (0,5 x tg) s/d (1 x tg)

R_0 : satuan kedalaman hujan (1 mm).

1) Grafik untuk bagian lengkung naik ($0 < t < t_p$)

$$Q = Q_p \frac{t^{2,4}}{t_p^{2,4}}(7)$$

2) Grafik untuk bagian lengkung turun

a) Jika $t_p < t < t_{0,3}$

$$Q = Q_p x 0,3^{\frac{t-t_p}{t_{0,3}}}(8)$$

b) Jika $t_p < t < 1,5 t_{0,3}$

$$Q = Q_p x 0,3^{\frac{t-t_p+0,5xt_{0,3}}{1,5xt_{0,3}}}(9)$$

Jika $t > 1,5 t_{0,3}$

$$Q = Q_p x 0,3^{\frac{t-t_p+1,5xt_{0,3}}{2xt_{0,3}}}(10)$$

Debit banjir rancangan tersebut kemudian digunakan untuk menghitung dimensi bangunan *Sand Pocket* yang sesuai dengan SNI 2815-2015 tentang Desain Bangunan Penahan Sedimen. Bagian bangunan yang dihitung antara lain dimensi *Main Dam*, Kolam Olak (*Apron*), *Sub Dam* dan Dinding Tepi pada bangunan *Sand Pocket* dengan tinggi dan lebar penampang kali Woro.

Data yang dibutuhkan untuk analisis tersebut yaitu: (1) Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) kali Woro dari titik lokasi *Sand Pocket*; (2) Data curah hujan 10 tahunan stasiun penakar hujan terdekat dengan lokasi DAS kali woro serta yang mempunyai data terbaru dan lengkap. Stasiun penakar curah hujan yang digunakan antara lain Sta. Deles, Sta. Karangnongko dan Sta. Bronggang; (3) Data parameter tanah lokasi *Sand Pocket*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Derah Aliran Sungai (DAS) Kali Woro

Lokasi penelitian ini berada di kali Woro Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Kondisi dari hulu hingga hilir sungai seluruhnya berada di kabupaten Klaten. Bagian hilir sungai ini tidak langsung tembus ke Samudra Hindia, namun bertemu dengan sungai lainnya dan selanjutnya menuju ke laut. Sungai ini memiliki kemiringan rata-rata 1/35 s/d 1/4 dari hulu sampai hilir dan lebar 10 m s/d 500 m. [9]

Menggunakan aplikasi *ArcGis 10.6* peta DAS kali Woro diolah untuk mendapatkan data pendukung dalam analisis yang akan dikerjakan pada proses selanjutnya. Panjang sungai dari hulu hingga titik lokasi penelitian adalah 37,55 km dan luas DAS kali sebesar 20,7495 km². Setelah mendapatkan data tersebut maka

dilanjutkan dengan membagi luasan DAS menjadi 3 bagian tangkapan stasiun hujan.

3.2. Perhitungan Debit Banjir Rancangan

Dalam penelitian ini menggunakan 3 stasiun hujan yang terdekat dengan sungai untuk analisis hidrologi yang akan dilakukan. Setelah menentukan lokasi stasiun hujan yang dipilih. Kemudian dibuatlah *Polygon Thiessen* untuk membagi luas wilayah cakupan pada masing – masing stasiun hujan menggunakan aplikasi *ArcGis 10.6* dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Pembagian luasan daerah cakupan stasiun hujan dengan metode Polygon Thiessen

No	Stasiun Pos Hujan	Luas Daerah Tangkapan Catchment Area (A _i = km ²)
1	Sta Karangnongko	7,0633
2	Sta Deles	9,7797
3	Sta Bronggang	3,9065

(Sumber: Imam Sudrajad, 2019; hal.62)

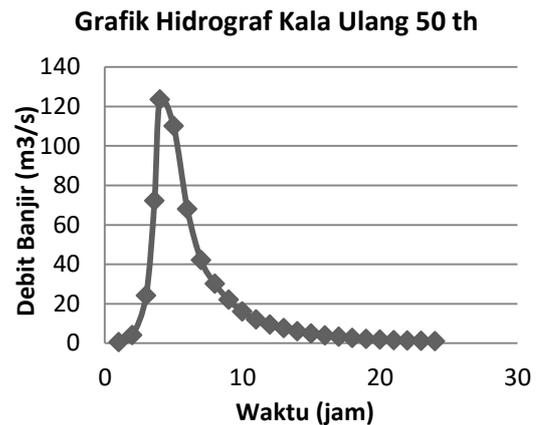
Berdasarkan pengolahan data curah hujan dari stasiun penakar hujan Sta. Karangnongko, Sta. Deles dan Sta. Bronggang maka didapatkan data curah hujan maksimum sebesar:

Tabel 2. Curah hujan maksimum tahunan

No	Tahun	Curah Hujan (mm)
1	2009	110,71
2	2010	94,99
3	2011	82,51
4	2012	89,55
5	2013	86,12
6	2014	80,27
7	2015	91,50
8	2016	105,74
9	2017	107,03
10	2018	97,06

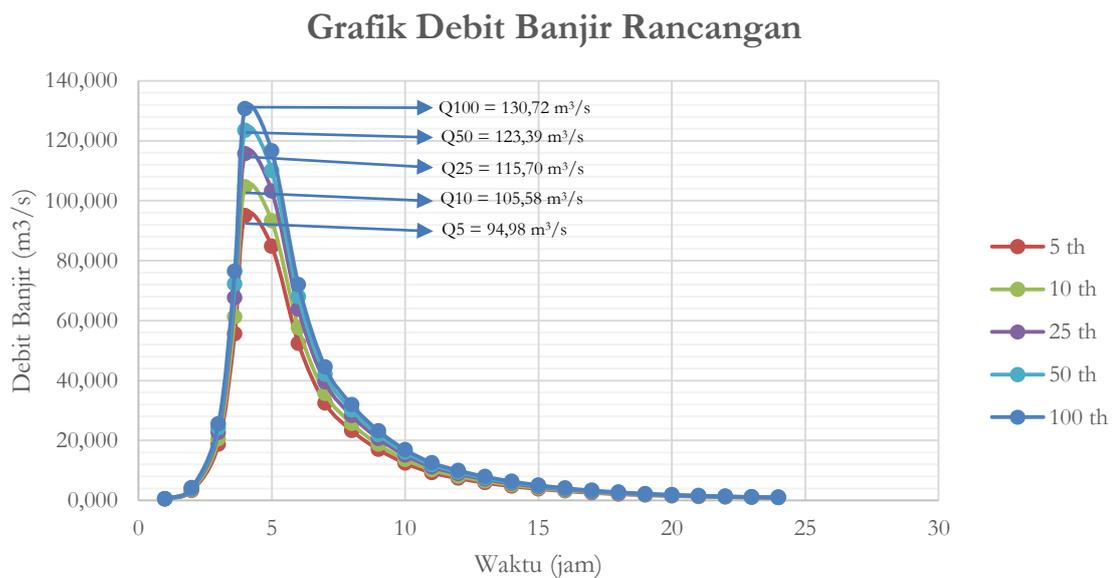
(Sumber: Imam Sudrajad, 2019; hal.65)

Data curah hujan tersebut kemudian diolah menggunakan metode *Polygon Thiessen* untuk mendapatkan data hujan jam jaman yang nantinya digunakan untuk menghitung debit banjir rancangan dengan kala ulang 50 tahunan (Q_{50}) menggunakan metode *HSS Nakayasu*. Perhitungan tersebut menghasilkan debit banjir rancangan dengan kala ulang 50 tahunan (Q_{50}) sebesar $123,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Grafik hidrograf yang dihasilkan dari perhitungan kala ulang 50 tahunan adalah :



Gambar 3. Grafik Hidrograf kala ulang 50 tahun
(Sumber: Sudrajad, 2020; hal.73)

Hasil dari perhitungan debit banjir rancangan dengan kala ulang 5 tahun, 10, tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun dapat dilihat di grafik berikut :



Gambar 4. Grafik debit banjir rancangan tiap kala ulang

Perencanaan Dimensi *Sand Pocket*

Dalam perencanaan perhitungan dimensi *Sand Pocket* ini menggunakan panduan dari SNI 2815-2015 dan Pd T-12-2004-A. Data debit banjir yang digunakan yaitu hasil dari perhitungan menggunakan kala ulang 50

tahun. Berikut ini merupakan perhitungan dimensi *Sand Pocket*:

1. Main Dam

- a. Tinggi *Main Dam* direncanakan 3,5 m (Pd T-12-2004-A)
- b. Tinggi air di atas peluap :

$$Qd = \frac{2}{15} C \sqrt{2g} [3B_1 + 2B_2] h_3^{3/2} \dots\dots\dots(11)$$

mendapatkan tinggi 1,753 m.

- c. Tinggi jagaan dari Qdesain sebesar 126,158 didapatkan nilai (F) = 1 m.
- d. Lebar mercu peluap yang disaran untuk jenis tanah pasir dengan lanai adalah 1,5 m – 2 m maka diambil lebar mercu 1,5 m.
- e. Kemiringan tubuh bendung dibagi menjadi dua yaitu sisi hulu (m) dan hilir (n) dengan asumsi nilai n adalah 0,2 maka menggunakan persamaan :

$$(1 + \alpha)m^2 + [2(n + \beta) + n(4\alpha + \gamma) + 2\alpha\beta]m - (1 + 3\alpha) + \alpha\beta(4n + \beta) + \gamma(3n\beta + \beta^2 + n^2) = 0 \dots\dots\dots(12)$$

didapatkan nilai m sebesar 0,5.

- f. Lebar dasar peluap berdasarkan data yang ada sebesar 3,95 m.

2. Sayap Bendung

- a. Kemiringan terhadap bendung (m2) sebesar 0,5 atau 1 : 2
- b. Lebar sayap bagian atas menyesuaikan lebar mercu peluap bendung utama yaitu 1,5 m.
- c. Sisi hulu sayap harus tegak.
- d. Sisi hilir sayap menyesuaikan kemiringan sisi hilir *Main Dam* yaitu 0,2.

Dan untuk panjang sayap masing – masing sisi adalah 2,5 m

3. Kolam Olak (*Apron*)

Panjang kolam olak menggunakan persamaan:

$$L = lw + x + b_1 \dots\dots\dots(13)$$

didapatkan nilai sebesar 27 m dan tebal lantai tersejun 0,60 m.

4. Sub Dam

Kemiringan hulu dan hili juga sama dengan *Main Dam* yaitu hulu (m) = 0,5 dan hilir (n) = 0,2.

Menggunakan rumus empiris:

$$\frac{h_2}{h_1} = \left[\frac{\{(1+2F_{r1}^2)x(1+82F_{r1}^2)^{0,5}-5F_{r1}^2\}}{\{(1+4F_{r1}^2)-(1+8F_{r1}^2)\}} - \frac{3}{2} F_{r1}^{2/3} \right] \dots\dots\dots(14)$$

tinggi *Sub-Dam* direncanakan 1,2 m.

5. Pondasi

Dengan menggunakan rumus empiris:

$$H = \frac{1}{3} \frac{S}{d} \frac{1}{4} (h + h_3) \dots\dots\dots(15)$$

didapatkan nilai kedalama pondasi 1,313 s/d 1,751 maka dipilih kedalaman pondasi sebesar 1.75 m.

6. Lubang Drainase

Menggunakan persamaan

$$Q = 2Cd.A. \sqrt{2g.h_o}^{0,5} \dots\dots\dots(16)$$

untuk mencari luas maksimal lubang drainase dan $A = p.l.n$ untuk mencari jumlah maksimal lubang drainase. Maka jumlah maksimal lubang yang dibutuhkan adalah 24 buah.

7. Volum Tampunguan

Dengan persamaan:

$$Vs = \frac{1}{2} \frac{B h_e^2}{l_o - l_s} \dots\dots\dots(17)$$

$$\text{dan } l_s = \left(\frac{Qd.n_s}{(B_1+h_3)h_3^{5/3}} \right)^2 \dots\dots\dots(18)$$

maka volume tampungan *Sand Pocket* sebesar 5962,18 m³.

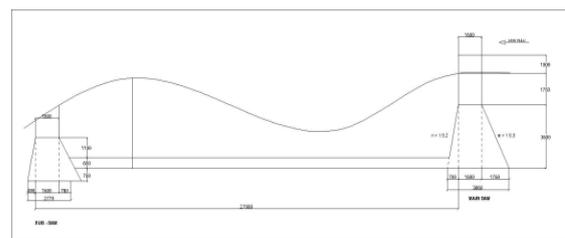
Hasil dari perhitungan untuk masing-masing kala ulang dapat dilihat di tabel di bawah ini :

Tabel 4. Perbandingan dimensi *Sand Pocket* pada debit banjir rancangan kala ulang 5th, 10th, 25th, 50th dan 100th.

HASIL PERHITUNGAN							
Keterangan	Simbol	KALA ULANG					Satuan
		5th	10th	25th	50th	100th	
MAIN DAM							
Tinggi total	H	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	m
Tinggi efektif	he	2,97	2,95	2,92	2,90	2,88	m
kemiringan sisi hulu	m	0,43	0,46	0,47	0,48	0,49	
Kemiringan sisi hilir	n	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
Lebar mercu	b	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	m
Tinggi aliran diatas mercu	hs/h3	1,48	1,57	1,68	1,75	1,82	m
Tinggi jagaan	F	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	m
Pondasi	d	1,35	1,37	1,40	1,42	1,44	m
Lebar dasar main dam	b2'	3,71	3,81	3,85	3,86	3,92	m
Kolam Olak							
Panjang rantai kolam olak	L	23,73	24,59	25,53	26,15	26,72	m
tebal rantai kolam olak	t	0,53	0,55	0,58	0,60	0,62	m
SUB DAM							
Tinggi total	H2	1,01	1,05	1,09	1,12	1,14	m
kemiringan sisi hulu (m)	m2	0,43	0,46	0,47	0,48	0,49	
Kemiringan sisi hilir (n)	n2	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
Lebar mercu	b2	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	m
Pondasi	d2	1,35	1,37	1,40	1,42	1,44	m
Sayap							
Kemiringan sayap		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
Kemiringan sisi hulu		0,43	0,46	0,47	0,48	0,49	
Kemiringan sisi hilir		0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
Lebar sayap		1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	m
Panjang masing-masing sayap		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	m

Dari hasil perhitungan diatas tinggi efektif pada *Main Dam* semakin kecil ketika kala ulang bertambah. Hal ini terjadi karena tebal lantai pada kolam olak (*Apron*) semakin bertambah disebabkan oleh debit banjir rencana yang juga bertambah besar sehingga tinggi efektif pada *Main Dam* pun mengecil. Hasil dari desain *Sand Pocket*

yang didapatkan menggunakan kala ulang 50 tahun adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Desain *Sand Pocket* dengan kala ulang 50 tahun

4. SIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan sesuai dengan metode yang disepakati, maka hasil yang didapatkan yaitu : (1) Luasan luas DAS di kali woro yang didapatkan adalah sebesar 20,75 km² dengan panjang sungai 37,55 km; (2) Debit banjir yang didapatkan Q_{5th} = 94,98 m³/s, Q_{10th} = 104,58 m³/s, Q_{25th} = 115,70 m³/s, Q_{50th} = 123,39 m³/s, Q_{100th} = 130,71 m³/s.

Perbedaan pemilihan kala ulang dapat mempengaruhi dimensi *Sand Pocket*. dimensi bangunan yang terpengaruh pada *Main Dam* dan *Sub Dam* adalah tinggi efektif, kemiringan hulu (m), tinggi aliran di atas mercu, tinggi jagaan, kedalaman pondasi, dan lebar dasar. Pada bagian Kolam olak mendapat perbedaan dimensi panjang lantai dan tebal lantai kolam. Kemudian perbedaan dimensi pula di kemiringan sisi hulu sayap *Main Dam* dan *Sub Dam*. Pemilihan kala ulang ini menentukan besaran debit banjir rencana yang akan dihasilkan yang berpengaruh terhadap dimensi *Sand Pocket* yang akan direncanakan.

Pemilihan kala ulang ini penting dilakukan berdasarkan jenis bangunan yang akan direncanakan. Perlu meninjau literatur yang sudah mengklasifikasikan jenis bangunan dan kala ulang yang digunakan untuk mendesain bangunan tersebut.

Selain itu dalam merencanakan bangunan *Sand Pocket* ini perlu dilakukan pengecekan stabilitas sesuai dengan parameter tanah di lapangan pada kondisi yang berbeda-beda sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini menghasilkan berbagai dimensi *Sand Pocket* yang berbeda. Sehingga mendapatkan gambaran dimensi yang didapatkan dengan berbagai kala ulang yang digunakan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih terhadap Bali Sabo Yogyakarta, BPSDA Yogyakarta dan BPSDA Jawa Tengah yang telah membantu menyediakan data curah hujan dari masing-masing stasiun penakar curah hujan dan Jurusan Teknik Sipil Unnes yang telah membantu proses penelitian yang dilakukan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyanto, H.R. 2018. Pengelolaan Sedimen Terpadu. Yogyakarta: Teknosain.
- [2] Mulyana, A. R. dkk. 2012. Optimasi Kapasitas Tampung Baangunan Sabo Pasca Erupsi 2010. Bandung: Puslitbang Sumer Daya Air.
- [3] Soemartono, C. D. 1987. Hidrologi Teknik. Surabaya : Usaha Nasional.
- [4] Sri Harto Br. 1993. Analisis Hidrologi. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- [5] Natakusumah, D.K. dkk. 2011. Prosedur Umum Perhitungan Hidrograf Satuan Sintesis Cara ITB dan Beberapa Contoh Penerapannya. Bandung : Jurnal Teknik Sipil-ITB, 253.
- [6] Linsley, R. K. 1996. Hidrologi Untuk Insinyur. Jakarta : Erlangga.
- [7] Asdak, Chay, 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.

Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- [8] Badan Standarisasi Nasional. 2016. Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana. (*SNI 2415-2016*). Jakarta Pusat : Badan Standarisasi Nasional
- [9] Puslitbang Sumber Daya Air. 2012. Bangunan Sabo di Indonesia. Bandung : Puslitbang Sumber Daya Air.
- [10] Sudrajad, Imam. 2020. Dimensi dan Stabilitas *Sand Pocket* di Kali Woro, Koordinat $7^{\circ}44'42.3''$ LS, $10^{\circ}31'53.9''$ BT Klaten, Jawa Tengah. Semarang : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- [11] Badan Standarisasi Nasional. 2015. Desain Bangunan Penahan Sedimen. (*SNI 2815-2015*). Jakarta Pusat : Badan Standarisasi Nasional.
- [12] Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. Perencanaan Teknis Bendung Pengendali Dasar Sungai. (*Pd T-12-2004 A*). Jakarta Selatan : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.