

## ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN DI DAERAH ALIRAN SUNGAI TUKAD MATI

### Studi Kasus: Daerah Aliran Sungai Tukad Mati

Putu Doddy Heka Ardana<sup>1)</sup>, Ketut Soriarta<sup>2)</sup> dan I Gede Arimbawa Widnyana<sup>3)</sup>, I Wayan  
Diasa<sup>4)</sup>

[doddyhekaardana@unr.ac.id](mailto:doddyhekaardana@unr.ac.id)<sup>1)</sup>, [soriarta88@gmail.com](mailto:soriarta88@gmail.com)<sup>2)</sup>, [aribawa\\_widnyana@yahoo.co.id](mailto:aribawa_widnyana@yahoo.co.id)<sup>3)</sup>,  
[diasawayan1963@gmail.com](mailto:diasawayan1963@gmail.com)<sup>4)</sup>

Program Studi Teknik Sipil Universitas Ngurah Rai

#### ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) Tukad Mati adalah salah satu sistem jaringan drainase yang melintasi Kota Denpasar dan Kabupaten Badung dengan luas daerah pengaliran sebesar 38,42 km<sup>2</sup> dan panjang sungai 18,52 km. Tukad Mati merupakan salah satu sungai yang mengalami banjir pada curah hujan yang tinggi, seperti pada Jalan Dewi Sri yang mengalami genangan karena kapasitas sungai eksisting yang tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu adanya analisis terhadap besarnya debit banjir rancangan untuk kala ulang tertentu pada DAS Tukad Mati terhadap kondisi penampang sungai eksisting khususnya areaa hilir DAS Tukad Mati.

Dalam analisa debit banjir rancangan ini menggunakan data hujan dari tahun 2009 sampai 2018 dari empat stasiun hujan yaitu Stasiun Kapal, Stasiun Aseman, Stasiun Sanglah dan Stasiun Ngurah Rai. Metode yang digunakan yaitu metode HSS Nakayasu, HSS Snyder dan Metode Rasional. Nilai debit banjir rancangan dari ketiga metode akan digunakan untuk mengevaluasi kapasitas penampang beberapa titik lokasi di Tukad Mati meliputi sungai yang melintasi Jalan Nakula, Jalan Kresna dan Jalan Raya Kuta.

Berdasarkan hasil penelitian, Metode HSS Nakayasu memberikan nilai yang tinggi yaitu  $Q_{10} = 223,195 \text{ m}^3/\text{dt}$ ,  $Q_{25} = 243,370 \text{ m}^3/\text{dt}$ , Metode Rasional memberikan nilai yang moderat yaitu  $Q_{10} = 147,880 \text{ m}^3/\text{dt}$ ,  $Q_{25} = 161,248 \text{ m}^3/\text{dt}$  dan Metode HSS Snyder memberikan nilai yang rendah yaitu  $Q_{10} = 137,651 \text{ m}^3/\text{dt}$ ,  $Q_{25} = 150,095 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Besar perbandingan nilai debit banjir rancangan dari ketiga metode diperoleh metode HSS Nakayasu - HSS Snyder memiliki selisih sebesar 38,32 %, metode HSS Nakayasu - Rasional memiliki selisih sebesar 33,74 % dan metode Rasional - HSS Snyder memiliki selisih sebesar 6,91 %. Untuk evaluasi penampang sungai pada titik penelitian terhadap debit banjir rancangan yang diperoleh bahwa pada HSS Nakayasu Jalan Nakula dan Jalan Kresna terjadinya banjir karena dimensi penampang sungai tidak mampu menerima debit banjir rancangan pada  $Q_{10}$  maupun  $Q_{25}$ .

**Kata kunci:** Debit Banjir Rancangan, Metode HSS Nakayasu, Metode HSS Snyder, dan Metode Rasional

#### ABSTRACT

*The Tukad Mati Watershed is a drainage network system that crosses Denpasar City and Badung Regency with a drainage area of 38.42 km<sup>2</sup> and a river length of 18.52 km. Tukad Mati is one of the rivers that experienced flooding in high rainfall, such as on Jalan Dewi Sri which experienced inundation due to the capacity of the existing river that was unable to accommodate the flood discharge that occurred. To overcome this problem, it is necessary to analyze the magnitude of the design flood discharge for a certain return period on the Tukad Mati watershed to the condition of the existing river crossing, especially the area downstream of the Tukad Mati watershed.*

*In the analysis of flood discharge was used from 2009 to 2018 the rainfall data got from four rain stations namely Kapal Station, Aseman Station, Sanglah Station and Ngurah Rai Station. From the analysis Nakayasu HSS method, Snyder HSS and the Rational Method was used. The value of design flood discharge from the three methods will be used to evaluate the cross-sectional capacity of several locations in Tukad Mati including Jalan Nakula, Jalan Kresna and Jalan Raya Kuta.*

*Based on the results of the research, Nakayasu HSS Method which gives a high value of  $Q_{10} = 223,195 \text{ m}^3 / \text{sec}$ ,  $Q_{25} = 243,370 \text{ m}^3 / \text{sec}$ , the Rational Method gives a moderate value of  $Q_{10} = 147,880 \text{ m}^3 / \text{sec}$ ,  $Q_{25} = 161,248 \text{ m}^3 / \text{sec}$  and the Snyder HSS Method gives a low value of  $Q_{10} = 137,651 \text{ m}^3 / \text{sec}$ ,  $Q_{25} = 150,095 \text{ m}^3 / \text{sec}$ . The comparison of the design value of the flood discharge from the three methods was obtained by the Nakayasu HSS method - Snyder HSS had a difference of 38.32%, Nakayasu HSS method - Rational had a*

difference of 33.74% and the Rational method - Snyder HSS had a difference of 6.91%. For evaluation of river crossings at the research point of the design flood discharge obtained that at Nakayasu HSS Jalan Nakula and Jalan Kresna the flood occurred because the cross-sectional dimensions of the river were not able to accept the design flood discharge in Q10 and Q25.

**Keywords:** Design Flood Discharge, Nakayasu HSS Method, Snyder HSS Method, and Rational Method

## 1. PENDAHULUAN

Banjir dapat terjadi karena curah hujan yang tinggi, intensitas ataupun perubahan penggunaan lahan. Selain itu banjir juga dapat disebabkan oleh gangguan pengaliran air hujan di sungai atau terjadi limpasan dari alur sungai yang disebabkan oleh debit sungai yang melebihi kapasitas pengalirannya.

DAS Tukad Mati yang merupakan saluran utama Sistem Jaringan Drainase yang melintasi Kota Denpasar dan Kabupaten Badung, dengan luas daerah pengaliran sebesar 38,42 km<sup>2</sup> dan panjang sungai 18,52 km. Tukad Mati merupakan salah satu sungai yang mengalami banjir pada curah hujan yang tinggi, seperti Jalan Dewi Sri yang mengalami genangan karena kapasitas sungai eksisting yang tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi. Daerah ini merupakan daerah pariwisata yang mana saat terjadinya banjir akan sangat mengganggu aktivitas pariwisata dan merugikan didaerah sekitar.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu adanya analisis terhadap besarnya debit banjir rancangan untuk kala ulang tertentu pada DAS Tukad Mati terhadap kondisi penampang sungai eksisting khususnya areaa hilir DAS Tukad Mati.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besarnya debit banjir rancangan pada berbagai kala ulang tertentu dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) dan Metode Rasional pada DAS Tukad Mati; mengetahui perbandingan hasil debit bajir rancangan dengan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) dan Metode Rasional pada DAS Tukad Mati; dan untuk mengetahui apakah penampang eksisting sungai masih dapat menerima debit banjir rancangan pada kala ulang tertentu.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### a. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses kontinu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi.

### b. Analisa Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan adalah debit maksimum rencana di sungai dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan.

### c. Hidrograf Satuan Sintetis

Hidrograf Satuan Sintetis merupakan suatu metode yang digunakan untuk memperkirakan penggunaan konsep hidrograf satuan dalam suatu perencanaan debit banjir pada daerah yang data observasi debitnya kurang atau tidak tersedia.

### d. Uji Konsistensi Data Hujan

*Rescaled Adjusted Partial Sum (RAPS)*

$$Sk^* = \sum_{i=1}^{k-1} (Y_i - \bar{Y}) \dots\dots\dots (2.1)$$

$$Sk^{**} = \frac{Sk^*}{Dy} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n Sk^{*2}}{n} \dots\dots\dots (2.3)$$

Nilai Statistik Q dan R

$$Q = maks|Sk^{**}| \dots\dots\dots (2.4)$$

$$R = maksSk^{**} - min Sk^{**} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana

Sk\* = Nilai komulatif penyimpangan

Sk\*\* = RAPS

Yi = Nilai data Y ke i

N = jumlah data

$\bar{Y}$  = Nilai Rerata

Dy = Deviasi Standar

**e. Hujan Rerata**

**Poligon Thiessen**

Persamaan untuk hujan rerata sebagai berikut

$$\bar{p} = \frac{A_1.p_1 + A_2.p_2 + A_3.p_3 + \dots + A_n.p_n}{A_1. + A_2. + \dots + A_n.} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana

$\bar{p}$  = Tinggi curah hujan rerata (mm),

p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub>, = Tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ...n

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> = Luas daerah DAS pada pos penakar 1, 2,...n

**f. Uji Pemilihan Distribusi**

1. Nilai rerata ( $\bar{X}$ )

$$\bar{X} = \frac{\sum_i^n X_i}{n} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$C_s = \frac{n \cdot \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) \cdot S^3} \dots\dots\dots (2.9)$$

2. Standard deviation (S<sub>x</sub>)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.8)$$

4. Koefisien variasi (Cv)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots (2.10)$$

3. Koefisien asimetri (Cs)

5. Koefisien kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot S^4} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana

X = varian hujan/debit yang berupa

C<sub>s</sub> = koefisien asimetri

C<sub>v</sub> = koefisien variasi

$\bar{X}$  = rerata data hujan atau debit

C<sub>k</sub> = koefisien kurtosis

n = jumlah data yang dianalisis

S<sub>d</sub> = simpangan baku

**g. Distribusi Log Pearson III**

Persamaan untuk analisa frekuensi curah hujan rancangan sebagai berikut

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot S_x \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S_x^3} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana

logX<sub>T</sub> = besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang T tahun.

C<sub>s</sub> = Koefisien Kemencengan

**h. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Curah Hujan**

**1) Uji Chi Kuadrat**

Perhitungannya dengan menggunakan persamaan berikut

$$X_{hit}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(EF - OF)^2}{EF} \dots\dots\dots (2.16)$$

$$DK = K - (P + 1) \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana

- |    |                         |    |                      |
|----|-------------------------|----|----------------------|
| k  | = 1 + 3,22 log n,       | DK | = Derajat Kebebasan  |
| OF | = nilai yang diamati    | K  | = Jumlah Kelas       |
| EF | = nilai yang diharapkan | P  | = Faktor keterikatan |

**2) Uji Smirnov Kolmogorof**

Menggunakan persamaan Weibull:

$$P = \frac{m}{n+1} \cdot 100\% \dots\dots\dots (2.18)$$

$$\Delta_{max} = |Pe - Pt| \dots\dots\dots 2.19)$$

Dimana:

- |   |                               |                |                                 |
|---|-------------------------------|----------------|---------------------------------|
| P | = Probabilitas dari debit air | $\Delta_{max}$ | = Selisih maksimum Pe dengan Pt |
| m | = Nomor urut                  | Pe             | = Peluang empiris               |
| n | = Banyaknya data              | Pt             | = Peluang Teoritis              |

**i. Analisa Hujan Jam Jaman**

**1) Menghitung sebaran hujan jam-jaman (RT)**

$$R_T = \left( \frac{R_{24}}{t} \right) \left( \frac{t}{T} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.20)$$

**2) Menghitung netto jam-jaman (Rt)**

$$R_t = T \cdot R_T - (T - 1)(R_T - 1) \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana:

- |          |                                    |           |                                      |
|----------|------------------------------------|-----------|--------------------------------------|
| $R_T$    | = intensitas hujan rata-rata (jam) | T         | = waktu mulai hujan                  |
| $R_{24}$ | = curah hujan efektif (mm)         | $R_t$     | = persentase intensitas hujan (%)    |
| t        | = waktu konsentrasi hujan          | $R_{T-1}$ | = nilai intensitas hujan dalam t jam |

**j. Analisa Hujan Efektif**

Menghitung hujan efektif (Rc)

$$R_c = R_t \cdot R_n \dots\dots\dots (2.22)$$

$$R_n = C \cdot R \dots\dots\dots (2.23)$$

Dimana :

- C = koefisien pengaliran  
 R = hujan rancangan periode ulang

**k. Hidrograf Satuan Sintetik Snyder**

Persamaan umum Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu adalah sebagai berikut

$$t_p = C_t \cdot (LLC)^{0,3} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$t_e = \frac{t_p}{5,5} \dots\dots\dots (2.25)$$

$$T_b = 5,0 \cdot \left( t_p \cdot \frac{t_r}{2} \right) \dots\dots\dots (2.26)$$

$$Q_p = 0,278 \cdot \frac{C_p \cdot A}{t_p} \dots\dots\dots (2.27)$$

Jika  $t_e > t_r$  (asumsi), dilakukan koreksi terhadap  $t_p$

$$t_p' = t_p + 0,25 \cdot (t_e - t_r), \text{ maka } \dots\dots\dots (2.28)$$

$$T_p = t_p' + \frac{t_r}{2} \dots\dots\dots (2.29)$$

Jika  $t_e < t_r$  (asumsi), maka:

$$T_p = t_p + \frac{t_r}{2} \dots\dots\dots (2.30)$$

persamaan Alexseyev sebagai berikut:

$$Q_t = Y \cdot Q_p \dots\dots\dots (2.31)$$

$$Y = 10^{-a \frac{(1-x)^2}{x}} \dots\dots\dots (2.32)$$

$$X = \frac{t}{T_p} \dots\dots\dots (2.33)$$

$$a = 1,32\lambda^2 + 0,15\lambda + 0,045 \dots\dots\dots (2.34)$$

$$\lambda = \frac{Q_p \cdot T_p}{h \cdot A} \dots\dots\dots (2.35)$$

Dimana:

- |  |  |
|--|--|
| A = Luas daerah pengaliran (km <sup>2</sup> )                                | T <sub>b</sub> = Waktu dasar hidrograf                       |
| L = Panjang aliran utama (km)  | Ct = Koefisien Kemiringan DAS                                |
| L <sub>c</sub> = Jarak titik berat daerah pengaliran                         | Cp = Koefisien Karakteristik DAS                             |
| t <sub>p</sub> = Waktu mulai titik berat hujan sampai debit puncak dalam jam | Q <sub>t</sub> = Debit dengan periode hidrograf              |
| t <sub>e</sub> = Lama curah hujan efektif                                    | Y = Perbandingan debit periode hidrograf dengan debit puncak |
| t <sub>r</sub> = Lama standar curah hujan efektif                            | X = Perbandingan waktu periode hidrograf dengan waktu puncak |
| Q <sub>p</sub> = Debit maksimum total  |  |

**1. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu**

Persamaan umum Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu adalah sebagai berikut

$$Q_p = \frac{A \cdot R_o}{3,6 \cdot (0,3 \cdot T_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots (2.36)$$

$$t_g = 0,21 \cdot L^{0,7} \rightarrow (L < 15km) \dots\dots\dots (2.37)$$

$$t_g = 0,4 + 0,058L \rightarrow (L > 15km) \dots\dots\dots (2.38)$$

$$t_r = 0,75 \cdot t_g \dots\dots\dots (2.39)$$

$$T_p = t_g + 0,8 \cdot t_r \dots\dots\dots (2.40)$$

$$T_{0,3} = a \cdot t_g \dots\dots\dots (2.41)$$

Dimana :

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| Q <sub>p</sub> = Debit puncak banjir (m <sup>3</sup> /dt) | A = Luas DAS (km <sup>2</sup> ) |
| R <sub>o</sub> = Hujan satuan (mm) = 1 (tetapan)          |                                 |

- $T_p$  = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)  
 $L$  = Panjang sungai (km).  
 $T_{0,3}$  = Waktu yang diperlukan penurunan debit menjadi 30% dari debit puncak  
 $t_g$  = Waktu konsentrasi (jam)  
 $t_r$  = Lama standar curah hujan efektif  
 $\alpha$  = Parameter hidrograf (1,5 – 3,0)  
 $Q_t$  = Debit pada saat t jam ( $m^3/dt$ )

**m. Metode Rasional**

Rumus umum dari Metode Rasional adalah :

$$Q = 0,278.C.I.A \dots\dots\dots (2.42)$$

$$I = \left( \frac{R_{24}}{24} \right) \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.43)$$

$$t_c = \frac{0,0662.L^{0,77}}{S^{0,385}} \dots\dots\dots (2.44)$$

dimana :

- $Q$  = Debit puncak banjir ( $m^3/dt$ )  
 $C$  = Angka pengaliran  
 $A$  = Luas daerah pengaliran ( $Km^2$ )  
 $I$  = Intensitas curah hujan ( $mm/jam$ )  
 $R_{24}$  = Curah hujan maksimum ( $mm$ )  
 $t_c$  = Waktu konsentrasi (jam).  
 $L$  = Panjang sungai (km)  
 $S$  = Kemiringan Elevasi Sungai.

**n. Analisa Hidrolika**

Pengukuran Debit pada penampang eksisting saluran digunakan rumus yaitu

$$Q = A.V \dots\dots\dots (2.45)$$

$$V = \frac{1}{n} . R^{2/3} . S^{1/2} \dots\dots\dots (2.46)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.47)$$

Dimana :

- $Q$  = Debit Aliran ( $m^3/dt$ )  
 $A$  = Luas Penampang Saluran ( $m^2$ )  
 $V$  = Kecepatan Aliran ( $m/dt$ )  
 $n$  = Koefisien Manning  
 $P$  = Keliling Basah  
 $S$  = Kemiringan dasar saluran.

$R$  = Jari-jari hidrolik

**3. METODE PENELITIAN**

**a. Lokasi Penelitian**

Wilayah penelitian berada pada Daerah Aliran Sungai Tukad Mati dengan luas DAS sebesar 38,42  $km^2$  dan panjang sungai 18,52 km yang melintasi Kota Denpasar dan Kabupaten Badung.

**b. Pengumpulan Data**

- 1) Data Primer dari pengamatan dilapangan antara lain :
  - a) Lebar penampang sungai
  - b) Kedalaman sungai
  - c) Material dinding saluran
- 2) Data Sekunder dari Balai Wilayah Sungai Bal-Penida dan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar Antara lain :
  - a) Peta DAS Tukad Mati
  - b) Luas DAS Tukad Mati.
  - c) Panjang sungai Tukad Mati.
  - d) Peta penggunaan lahan
  - e) Nilai slope Tukad Mati.
  - f) Data curah hujan maximum dari Stasiun Kapal, Stasiun Aseman, Stasiun Sanglah Dan Stasiun Ngurah Rai

**c. Analisis Data**

- 1) Analisa Data Curah Hujan
  - a) Analisa Data Hilang.
  - b) Uji Konsistensi Data
  - c) Curah Hujan Rerata
- 2) Analisa Curah Hujan Rancangan
  - a) Uji Pemilihan Distribusi Frekuensi  
Menganalisa parameter statistik berupa nilai rerata, standar deviasi, koefisien asimetris, koefisien variasi dan koefisien kurtosis.
  - b) Analisa Distribusi Frekuensi  
Dianalisa dengan metode log person III..
  - c) Uji Kesesuaian Distribusi
- 3) Analisa Debit Banjir Rancangan
  - a) Analisa Hujan Jam-Jaman
  - b) Analisa Debit Banjir Rancangan  
Metode HSS Nakayasu, Metode HSS Snyder dan Metode Rasional
- 4) Analisa Kapasitas Debit Pada Saluran Eksisting n dengan analisa hidrolika
- 5) Analisa Perbandingan Debit Puncak Kala Ulang
- 6) Analisa Debit Puncak Kala Ulang Terhadap Kapasitas Penampang Sungai

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

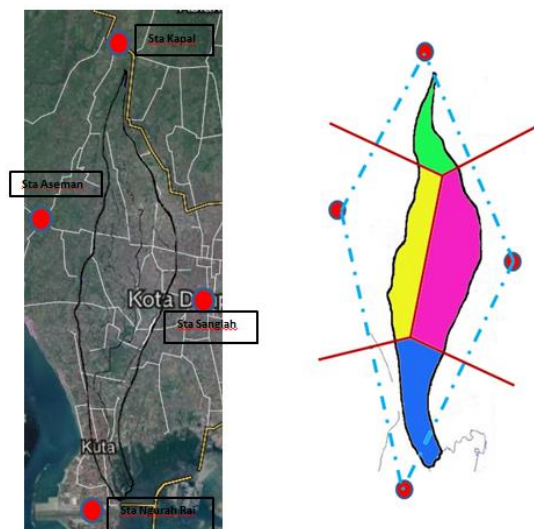
**4.1 Uji Konsistensi Data Hujan dengan Metode RAPS**

Tabel 4.1 Hasil Uji Konsistensi Data Stasiun Hujan

Stasiun Hujan	Q	R	$Q/\sqrt{n}$	Syarat	Ket	$R/\sqrt{n}$	Syarat	Ket
Aseman	2,36	3,75	0,75	< 1,05	OK	1,19	< 1,21	OK
Ngurah Rai	2,24	3,61	0,70	< 1,05	OK	1,14	< 1,21	OK
Sanglah	1,94	2,92	0,61	< 1,05	OK	0,92	< 1,21	OK
Kapal	2,25	3,50	0,71	< 1,05	OK	1,10	< 1,21	OK

Sumber: Hasil Hitungan 2019

**4.2 Analisis Hujan Rata-Rata DAS Tukad Mati**



Gambar 4.1 Peta Lokasi Stasiun Hujan dan Poligon Thiessen DAS Tukad Mati

Tabel 4.2 Hujan Rata-Rata Wilayah DAS Tukad Mati

No	Tahun	Stasiun Aseman	Stasiun Ngurah Rai	Stasiun Sanglah	Stasiun Kapal	Hujan Rata-rata
----	-------	----------------	--------------------	-----------------	---------------	-----------------

		9,37	7,12	18,36	3,57	(mm)
1	2009	178,0	112,0	189,6	594,5	210,0
2	2010	101,0	113,7	89,0	561,5	140,4
3	2011	142,0	81,0	106,3	274,0	125,9
4	2012	168,0	102,1	98,9	550,5	158,3
5	2013	145,0	103,2	128,0	481,0	160,4
6	2014	160,0	107,4	91,5	545,5	153,3
7	2015	165,0	88,1	98,6	491,5	149,4
8	2016	157,0	145,6	180,0	384,0	187,0
9	2017	143,0	117,7	106,0	620,0	165,0
10	2018	136,0	85,2	138,7	466,0	158,5

Sumber: Hasil Hitungan 2019

**4.3 Uji** **Pemilihan** **Distribusi**  
 Nilai rerata  $\bar{X} = 160,881$  Koefisien variasi (Cv) = 0,14  
 Simpangan baku (S) = 23,46 Koefisien kurtosis (Ck) = 5.24  
 Koefisien asimetri (Cs) = 0,90

Tabel 4.3 Syarat Pemilihan Tiap Distribusi Frekuensi

Distribusi Frekuensi	Syarat	Hasil Hitungan	Keterangan
Distribusi Normal	Cs $\approx$ 0,00	0,90	Tidak Memenuhi
	Ck $\approx$ 3,00	5,24	Tidak Memenuhi
Distribusi Log Normal	Cs = $3C_v + C_v^3 = 0,169$	0,42	Tidak Memenuhi
	Ck = $C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 3,050$	3,32	Tidak Memenuhi
Distribusi Gumbel	Cs = 1,1396	0,90	Tidak Memenuhi
	Ck = 5,4002	5,24	Tidak Memenuhi

Sumber: Hasil Hitungan 2019

Diperoleh bahwa ketiga jenis distribusi tidak memenuhi syarat pemilihan masing-masing maka jenis distribusi yang digunakan adalah Distribusi Log Person III

**4.4 Analisis Curah Hujan Rancangan Dengan Metode Log Pearson Type III**

Standar Deviasi = 0,061  
 Koefisien Kemencengan = 0,61

Tabel 4.4 Perhitungan Hujan Rancangan Dengan Kala Ulang 10 dan 25 tahun

Kala Ulang (Tahun)	Probabilitas (%)	K	S	LogX	LogXt	Hujan Rancangan (Xt)
10	10	1,328	0,062	2,202	2,284	192,322
25	4	1,939	0,062	2,202	2,322	209,708

Sumber: Hasil Hitungan 2019

**4.5 Pemeriksaan Uji kesesuaian Distribusi Frekuensi**

1) Metode Smirnov Kolmogorov



Tabel 4.5. Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov

No	Xi	px = m/n+1	Pe = 1- px	p'x = m/n-1	Pt = 1- p'x	Δ hitung
1	125,90	0,091	0,909	0,111	0,889	0,020
2	140,41	0,182	0,818	0,222	0,778	0,040
3	149,36	0,273	0,727	0,333	0,667	0,061
4	153,34	0,364	0,636	0,444	0,556	0,081
5	158,31	0,455	0,545	0,556	0,444	0,101
6	158,54	0,545	0,455	0,667	0,333	0,121
7	160,35	0,636	0,364	0,778	0,222	0,141
8	164,95	0,727	0,273	0,889	0,111	0,162
9	186,97	0,818	0,182	1,000	0,000	0,182
10	210,01	0,909	0,091	1,111	-0,111	0,202

$\Delta_{max} < \Delta_{cr}$   
(0,202 < 0,41)

Sumber: Hasil Hitungan 2019

2) Metode Chi-Kuadrat

Tabel 4.6. Perhitungan Uji Chi Kuadrat

No	Probabiitas	EF	OF	(EF-OF) <sup>2</sup>	(EF-OF) <sup>2</sup> /EF
1	115,4 < X < 136,4	2	1	1	0,5
2	136,4 < X < 157,4	2	3	1	0,5
3	157,4 < X < 178,4	2	4	4	2
4	178,4 < X < 199,4	2	1	1	0,5
5	X > 199,4	2	1	1	0,5
<b>Jumlah</b>		10	10	8	4

$X^2_{hitung} < X^2_{Cr}$   
(4 < 5,991)

Sumber: Hasil Hitungan 2019

4.6 Koefisien Pengaliran

Tabel 4.7 Koefisien Pengaliran Pada DAS Tukad Mati

No	Tipe Daerah	C	A (km <sup>2</sup> )	C x A
1	Perumahan	0,75	32,80	24,60
2	Daerah Tidak Dikerjakan	0,30	3,10	0,93
3	Jalan Beraspal	0,95	2,52	2,39
<b>Total</b>			38,42	27,92

$C_{rata} = \frac{27,92}{38,42} = 0,75$

Sumber: Hasil Hitungan 2019

4.7 Hujan Netto Jam-jaman

Tabel 4.8. Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman

Waktu (jam)	Hujan Jam Jaman				Curah Hujan Kala Ulang (Tahun)		
	RT2.4	Rt	10	25	50		
1	0,550	R24	0,550	R24	79,38	86,55	91,86
2	0,347	R24	0,143	R24	20,63	22,50	23,88
3	0,265	R24	0,100	R24	14,47	15,78	16,75
4	0,218	R24	0,080	R24	11,52	12,56	13,33
5	0,188	R24	0,067	R24	9,73	10,61	11,26
6	0,167	R24	0,059	R24	8,50	9,27	9,84
<b>Hujan Rancangan</b>					192,32	209,71	222,56
<b>Koefisien Pengaliran</b>					0,75	0,75	0,75
<b>Hujan Efektif</b>					144,24	157,28	166,92

Sumber: Hasil Hitungan 2019

#### 4.8 Analisis Debit Banjir Rancangan

##### 1) Hidrograf Satuan Sintetik Snyder

$t_p = 5,18$  jam  
 $t_e = 0,94$  jam  
 $T_b = 28,44$  jam  
 $T_p = 5,68$  jam  
 $Q_p = 1,29$  m<sup>3</sup>/dt  
 $\lambda = 0,69$   
 $\alpha = 0,77$

Tabel 4.9. Analisis HSS Snyder

t (jam)	X	Y	Q (m <sup>3</sup> /dt)
0	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,1761	0,0011	0,0012
2	0,3521	0,1208	0,1353
3	0,5282	0,4736	0,5305
4	0,7042	0,8023	0,8986
5	0,8803	0,9715	1,0881
6	1,0563	0,9947	1,1140
7	1,2324	0,9252	1,0363
8	1,4085	0,8106	0,9078
9	1,5845	0,6823	0,7642
10	1,7606	0,5585	0,6255
11	1,9366	0,4479	0,5017
12	2,1127	0,3538	0,3963

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

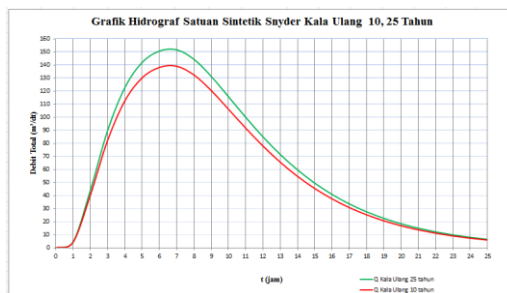
##### 2) Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

$t_g = 1,47$  jam  
 $t_r = 1,1$  jam  
 $T_p = 2,35$  jam  
 $T_{0,3} = 2,95$  jam  
 $Q_p = 2,91$  m<sup>3</sup>/dt

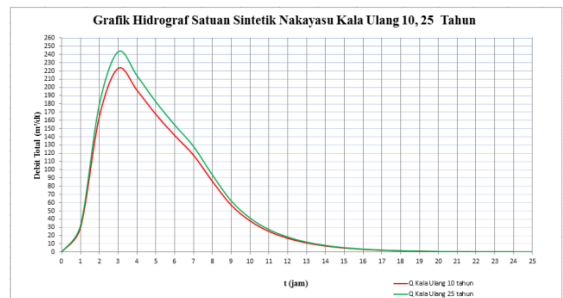
Tabel 4.10. Analisis HSS Nakayasu

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q	0,000	0,374	1,976	2,230	1,481	0,983	0,653	0,433	0,288	0,191	0,127	0,084	0,056

Sumber : Hasil Hitungan 2019



(a)



(b)

Gambar 4.2. Grafik Debit Rencana Periode Ulang 10, 25 Tahun, (a) HSS Snyder, (b) HSS Nakayasu

Berdasarkan HSS Snyder diperoleh  $Q_{10} = 137,651$  m<sup>3</sup>/det dan  $Q_{25} = 150,095$  m<sup>3</sup>/det dan HSS Nakayasu diperoleh  $Q_{10} = 223,195$  m<sup>3</sup>/det dan  $Q_{25} = 243,370$  m<sup>3</sup>/det.

##### 3) Metode Rasional

Tabel 4.11 Analisa Metode Rancangan Kala Ulang 10, 25 tahun

Kala Ulang (Tahun)	Curah hujan (mm)	$t_c$ (jam)	C	A (km <sup>2</sup> )	I (mm/jam)	Q Total (m <sup>3</sup> /dt)
10	192,32	6,86	0,75	38,42	18,46	147,880
25	209,71	6,86	0,75	38,42	20,13	161,248

Sumber: Hasil Hitungan 2019

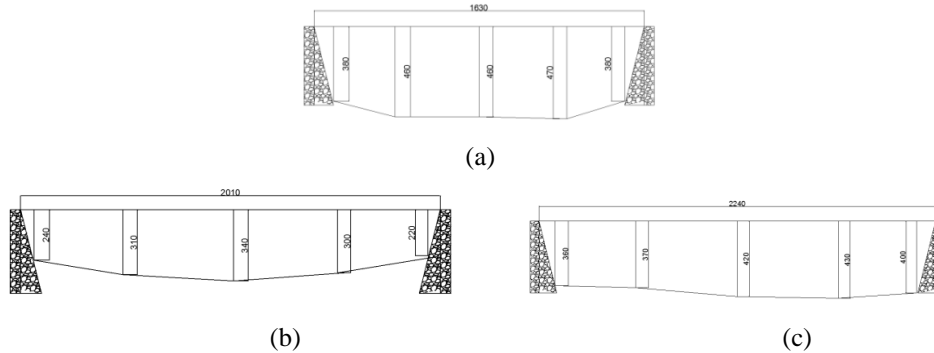
#### 4.9 Rekapitulasi Debit Puncak

Tabel 4.12 Rekapitulasi Debit Puncak Masing-Masing Metode

Kala Ulang (Tahun)	Metode Snyder (m <sup>3</sup> /dt)	Metode Nakayasu (m <sup>3</sup> /dt)	Metode Rasional (m <sup>3</sup> /dt)
10	137,651	223,195	147,880
25	150,095	243,370	161,248

Sumber: Hasil Hitungan 2019

#### 4.10 Dimensi Penampang Sungai



Gambar 4.3. Bentuk Penampang Saluran Sungai (a) Jl. Nakula, (b) Jl. Kresna, (c) Jl. Raya Kuta

Tabel 4.13 Lebar dan Ketinggian dari Penampang Sungai

Lokasi	B (m)		h (m)			
Jalan Nakula	16,3	3,8	4,6	4,6	4,7	3,8
Jalan Kresna	20,1	2,4	3,1	3,4	3,0	2,2
Jalan Raya Kuta	22,4	3,6	3,7	4,2	4,3	4,0

Sumber: Hasil Hitungan 2019

#### 4.11 Perhitungan Debit Eksisting Sungai

Pasangan batu memiliki nilai kekasaran  $n = 0,025$

Slope Tukad Mati adalah  $S = 0,002$

Tabel 4.14 Perhitungan Kapasitas Debit Maksimum Setiap Penampang Sungai

Lokasi	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R	V (m/dt)	Q (m <sup>3</sup> /dt)
Jalan Nakula	66,45	22,95	2,90	3,63	241,48
Jalan Kresna	56,32	23,48	2,40	3,21	180,53
Jalan Raya Kuta	81,83	28,10	2,91	3,65	298,51

Sumber: Hasil Hitungan 2019

#### 4.12 Debit Puncak Tiap Titik Lokasi Penelitian

Tabel 4.15 Debit Puncak Tiap Titik Lokasi Penelitian

No	Lokasi	Metode Rasional (m <sup>3</sup> /dt)	Metode Snyder (m <sup>3</sup> /dt)	Metode Nakayasu (m <sup>3</sup> /dt)
1	Jalan Nakula	Q10	146,91	270,35
		Q25	160,19	294,78
2	Jalan Kresna	Q10	149,88	227,94
		Q25	163,43	248,54
3	Jalan Raya Kuta	Q10	147,87	223,00
		Q25	161,24	243,14

Sumber: Hasil Hitungan 2019

#### 4.13 Perbandingan Debit Eksisting Sungai Dengan Debit Banjir Rancangan

Tabel 4.16. Perbandingan Debit Eksisting Dengan Debit Banjir Rancangan Metode Rasional

No	Lokasi	Debit Eksisting (m <sup>3</sup> /dt)	Debit Banjir Rancangan (m <sup>3</sup> /dt)		Selisih Debit	Keterangan
1	Jalan Nakula	241,48	Q10	146,91	94,57	AMAN
			Q25	160,19	81,28	AMAN
2	Jalan Kresna	180,53	Q10	149,88	30,65	AMAN
			Q25	163,43	17,10	AMAN
3	Jalan Raya Kuta	298,51	Q10	147,87	150,64	AMAN
			Q25	161,24	137,27	AMAN

Sumber : Hasil Hitungan 2019

Tabel 4.17. Perbandingan Debit Eksisting Dengan Debit Banjir Rancangan Metode HSS Snyder

No	Lokasi	Debit Eksisting (m <sup>3</sup> /dt)	Debit Banjir Rancangan (m <sup>3</sup> /dt)		Selisih Debit	Keterangan
1	Jalan Nakula	241,48	Q10	129,51	111,97	AMAN
			Q25	141,22	100,26	AMAN
2	Jalan Kresna	180,53	Q10	131,22	49,31	AMAN
			Q25	143,08	37,45	AMAN
3	Jalan Raya Kuta	298,51	Q10	135,74	162,77	AMAN
			Q25	148,01	150,50	AMAN

Sumber : Hasil Hitungan 2019

Tabel 4.18. Perbandingan Debit Eksisting Dengan Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu

No	Lokasi	Debit Eksisting (m <sup>3</sup> /dt)	Debit Banjir Rancangan (m <sup>3</sup> /dt)		Selisih Debit	Keterangan
1	Jalan Nakula	241,48	Q10	270,35	-28,87	MELUAP
			Q25	294,78	-53,30	MELUAP
2	Jalan Kresna	180,53	Q10	227,94	-47,41	MELUAP
			Q25	248,54	-68,01	MELUAP
3	Jalan Raya Kuta	298,51	Q10	223,00	75,51	AMAN
			Q25	243,14	55,37	AMAN

Sumber : Hasil Hitungan 2019

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa

1. Besar nilai debit banjir rancangan setiap metode adalah Metode HSS Nakayasu memberikan nilai yang tinggi yaitu  $Q_{10} = 223,195 \text{ m}^3/\text{dt}$ ,  $Q_{25} = 243,370 \text{ m}^3/\text{dt}$ , Metode Rasional memberikan nilai yang moderat yaitu  $Q_{10} = 147,880 \text{ m}^3/\text{dt}$ ,  $Q_{25} = 161,248 \text{ m}^3/\text{dt}$  dan Metode HSS Snyder memberikan nilai yang rendah yaitu  $Q_{10} = 137,651 \text{ m}^3/\text{dt}$ ,  $Q_{25} = 150,095 \text{ m}^3/\text{dt}$ .
2. Besar perbandingan nilai debit banjir rancangan diperoleh metode HSS Nakayasu - HSS Snyder memiliki selisih sebesar 38,32 %, metode HSS Nakayasu - Rasional memiliki selisih sebesar 33,74 % dan Metode Rasional - HSS Snyder memiliki selisih sebesar 6,91 %.
3. Untuk evaluasi penampang sungai pada titik penelitian terhadap debit banjir rancangan yang diperoleh pada HSS Nakayasu Jl. Nakula dan Jl. Kresna terjadinya banjir karena dimensi penampang sungai tidak mampu menerima debit pada  $Q_{10}$  maupun  $Q_{25}$ .

### 5.2 Saran

Untuk Jalan Nakula dan Jalan Kresna karena tidak dapat menerima debit banjir rancangan maka perlu dilakukan normalisasi sungai yaitu dengan membersihkan badan sungai dari menumpuknya sedimentasi sungai, karena sedimentasi ini menyebabkan berkurangnya dimensi penampang basah sungai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *Tata cara perhitungan debit banjir rencana, SNI 2415:2016*.
- Hasibuan, S. H. (2012). *Analisa Debit Banjir Sungai Bonai Kabupaten Rokan Hulu Menggunakan Pendekatan Hidrograf Satuan Nakayasu*. Jurnal Aptek, 4(1), 23-28.
- Ka'u, D.S., Soekarno., & Mangangka, I.R. (2016). *Analisa Debit Banjir Sungai Molompur Kabupaten Minahasa Tenggara*. Jurnal Sipil Statik, 4(2), 123-133.
- Lestari, U. S. (2016). *Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan*. Jurnal Poros Teknik, 8(2), 86-96.
- Marcelia. (2014). *Ketelitian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Rancangan Di DAS Bangga*. Jurnal Infrastruktur, 4(1), 22-30.
- Sarminingsih, A. (2018), *Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan*. Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan, 15(1), 53-61.
- Sarido, L., Hardwinarto, S., & Aipassa, M. I. (2008). *Debit Banjir Rancangan Dan Kawasan Genangan Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Sengatan Di Kabupaten Kutai Timur*. Jurnal Kehutanan Tropika Humida, 1(1), 35-47.
- Silitonga, M., & Terunajaya. *Analisa Debit Banjir Sungai Indragiri Di Desa Pasir Kemilu Rengat Kabupaten Indragiri Hulu*. Jurnal Teknik Sipil USU.
- Siwi, C. A., Binilang, A., & Halim, F. (2011). *Analisis Kapasitas Sungai Makalu Kabupaten Minahasa Tenggara Terhadap Debit Banjir Kala Ulang Tertentu*. Jurnal Sipil Statik, 6(4), 199-210.
- Soemarto, CD. (1999). *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional. Surabaya
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1985). *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT Pradnya Paramitha. Jakarta
- Sriyono, E. (2012). *Analisa Debit Banjir Rancangan Rehabilitasi Situ Sidomukti*. Jurnal Teknik, 2(2), 78-87.
- Surentu, A. A. J., Mangangka, I. R., & Wuisan, E. M. (2016). *Analisa Debit Banjir Sungai Ranoyapo Di Desa Lindangan Kecamatan Tompaso Baru, Kabupaten Minahasa Selatan*. Jurnal Sipil Statik, 4(11), 665-675.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta
- Waryono, T. (2008). *Bentuk Struktur dan Lingkungan Bio-Fisik Sungai*. 1-8.
- Wigati, R., & Wahyudin. (2013). *Analisa Banjir Sungai Ciliwung (Studi Kasus Ruas Sungai Lenteng Agung-Manggarai)*. Jurnal Fondasi, 2(1), 1-9.