

## PERBANDINGAN DEBIT BANJIR RANCANGAN DENGAN METODE HSS NAKAYASU, GAMA I DAN LIMANTARA PADA DAS RAKNAMO

Denik S. Krisnayanti<sup>1</sup> ([denik.krisnayanti@gmail.com](mailto:denik.krisnayanti@gmail.com))

Elia Hunggurami<sup>2</sup> ([eliahunggurami@yahoo.com](mailto:eliahunggurami@yahoo.com))

Rivaldi S. Heo<sup>3</sup> ([rivaldiseptianheo@gmail.com](mailto:rivaldiseptianheo@gmail.com))

### ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) Raknamo terletak di Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur yang memiliki luas 38,347 km<sup>2</sup> dengan panjang sungainya 15,708 km yang mempunyai keadaan iklim semi kering dengan tinggi hujan harian rata-rata 102,098 mm. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan debit banjir rancangan dengan metode HSS NAKAYASU, GAMA I dan LIMANTARA. Metode Hidrograf Satuan Sintetis merupakan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf satuan yang berdasarkan data karakteristik DAS. Metode yang digunakan adalah metode analisis, dimulai dengan pengumpulan data curah hujan serta peta topografi. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan 20 tahun terakhir yaitu tahun 1997-2016 yang berasal dari 3 pos hujan yaitu pos hujan Camplong, Naibonat dan Raknamo. Data curah hujan rencana dihitung dengan menggunakan distribusi *Log Pearson Type III*. Hasil perhitungan didapat debit banjir dengan menggunakan metode HSS Nakayasu sebesar 884,541 m<sup>3</sup>/detik. Debit banjir hasil perhitungan metode HSS Gama I sebesar 711,891 m<sup>3</sup>/detik. Debit banjir hasil perhitungan metode HSS Limantara sebesar 904,544 m<sup>3</sup>/detik. Berdasarkan lama waktu surut banjir dan hasil analisis didapat metode hidrograf satuan sintetis yang sesuai dengan karakteristik DAS Raknamo adalah HSS Limantara.

**Kata Kunci: Hidrograf Satuan Sintetis; Debit Banjir; Bendungan Raknamo**

### ABSTRACT

*Raknamo's river watershed located in Kupang district, East Nusa Tenggara Province that have area 38,347 km<sup>2</sup> with 15,708 km river length that have climate condition semi dry with average daily water height is 102,098 mm. the purpose of this research is compare the design flood discharge with Nakayasu's HSS Method, Gamma I and Limantara. The Synthetic Unit Hydrograph method is a way to get the unit hydrograph based on the data characteristics of the watershed. The method used is the analysis method, starting with rainfall data collection and topographic maps. The rainfall data used is the rainfall data for the last 20 years, namely in 1997-2016 which came from 3 rain posts namely Camplong rain post, Naibonat and Raknamo. The plan rain water precipitation data calculated by use Log Pearson Type III distribution. Results of calculations using the Nakayasu HSS method obtained a flood discharge of 884.541 m<sup>3</sup> / sec. The flood discharge from the calculation of the HSS Gama I method is 711,891 m<sup>3</sup> / second. The flood discharge from the calculation of the Limantara HSS method is 904.544 m<sup>3</sup> / second. Based on the time of flood and analysis results obtained by synthetic unit hydrograph method that is in accordance with the characteristics of the Raknamo watershed is HSS Limantara method.*

**Keywords: Synthetic Unit Hydrograph; Flood Discharge; Raknamo Dam**

---

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Sipil, FST Undana.

## PENDAHULUAN

Bendungan adalah bangunan air yang dimaksudkan untuk menampung air. Potensi air yang tertampung dalam bendungan selanjutnya dapat dipergunakan untuk berbagai kepentingan, diantaranya: sumber air irigasi, pembangkit tenaga listrik, perikanan dan pariwisata. Bendungan Raknamo merupakan salah satu bendungan yang ada di NTT yang masih dalam tahap pengerjaan. Bendungan Raknamo memiliki Daerah Aliran Sungai (DAS) seluas 38,347 km<sup>2</sup>, dengan panjang sungainya 15,71 km yang berada di wilayah Dusun IV (Dusun Oepoi), Desa Raknamo, Kecamatan Amabi Oefeto, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Wilayah Provinsi Nusa Tenggara Timur yang memiliki iklim yang tergolong daerah tropis kering, dengan musim hujan biasanya terjadi pada bulan Desember hingga bulan Maret dengan intensitas curah hujan yang tinggi yang terjadi dalam waktu yang pendek, sehingga sering menimbulkan banjir. Sedangkan 8 bulan lainnya berlangsung musim kemarau, debit sumber air menurun drastis, daerah pertanian mengalami kekeringan, pasokan air baku tidak memenuhi kebutuhan penduduk perkotaan maupun pedesaan.



*Gambar 1. Lokasi Bendungan Raknamo*

Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut di atas adalah membangun tampungan air hujan dengan kapasitas tampung yang besar contohnya bendungan. Agar dalam tahapan pelaksanaan proyek konstruksi bendungan tersebut dapat berjalan lancar dan hasilnya dapat memberikan manfaat yang seoptimal mungkin maka salah satu tahapan kegiatan yang dilakukan adalah tahapan perencanaan teknis. Perencanaan teknis suatu bangunan air dapat ditinjau dari beberapa aspek, diantaranya aspek struktur dan aspek hidrolis. Aspek hidrolis dimaksudkan agar bangunan air mampu mengalirkan debit tertentu dengan aman tanpa menimbulkan kerusakan pada bangunan air. Beberapa data yang diperlukan dalam perencanaan dari aspek hidrolis adalah: data karakteristik, data curah hujan, dan data debit. Data debit tersebut selanjutnya akan digunakan dalam perhitungan debit rencana. Metode perhitungan debit rencana cukup beragam sesuai dengan ketersediaan data. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS).

Hidrograf Satuan Sintetis merupakan suatu metode yang digunakan untuk memperkirakan debit banjir yang terjadi pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) berdasarkan data karakteristik DAS. Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) yang biasa digunakan di Indonesia, diantaranya adalah HSS Gamma I, HSS Limantara, HSS Snyder, HSS Nakayasu, HSS SCS dan lain-lain. Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) memiliki lebih dari satu metode untuk itu perlu adanya perbandingan antara metode-metode HSS tersebut, untuk mendapatkan metode HSS yang sesuai dengan karakteristik DAS Raknamo. Metode HSS Nakayasu, HSS Gama I dan HSS Limantara

merupakan metode yang paling umum di Indonesia. Selain itu HSS Limantara dan HSS Gama I merupakan HSS yang dikembangkan di Indonesia.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Presipitasi

Presipitasi adalah istilah umum untuk menyatakan uap air yang mengkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dalam segala bentuknya dalam rangkaian siklus hidrologi. Jika air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan dan jika berupa padat disebut salju (Suripin, 2004). Hujan adalah proses kondensasi dari uap yang menggumpal menjadi air di atmosfer dan jatuh ke daratan. Jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan horizontal bila tidak terjadi evaporasi, *runoff* dan infiltrasi. Metode untuk menentukan curah hujan rerata yaitu metode Rerata Aritmatik (Triatmodjo, 2008).

$$\bar{p} = \frac{p_1+p_2+p_3+\dots+p_n}{n} \tag{1}$$

dimana:

- $\bar{p}$  = hujan rerata kawasan
- $p_1, p_2, \dots, p_n$  = hujan di stasiun 1, 2, 3 ..., n
- n = jumlah stasiun

### Distribusi Curah Hujan

Penentuan jenis distribusi curah hujan dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat jenis distribusi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Parameter Statistik suatu Distribusi

Distribusi	Syarat
Normal	Cs = 0
	Ck = 3
Log Normal	Cs = 0,248
	Ck = 3,110
Gumbel	Cs = 1,14
	Ck = 5,4
Log Person Type III	Selain dari nilai diatas

### Uji Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut (Suripin, 2004). Pengujian parameter yang sering dipakai adalah:

#### 1. Uji chi-kuadrat

Uji chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

#### 2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* sering juga disebut uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

## Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan merupakan suatu angka yang menggambarkan persentase air yang mengalir dari berbagai macam permukaan akibat hujan. Perhitungan nilai koefisien limpasan dapat dilakukan dengan metode analisis menggunakan aplikasi berbasis sistem informasi geografis (SIG/GIS) menggunakan kriteria Dune dan Leopold (Dune & Leopold, 1978). Sistem informasi geografis atau *geographic information system* (SIG/GIS) merupakan salah satu model informasi yang berhubungan dengan data spasial (keruangan) mengenai permukaan bumi yang berbasis komputer dan telah didukung dengan teknologi penginderaan jarak jauh seperti satelit, memiliki kemampuan untuk mengolah dan menganalisis serta menghasilkan data bereferensi geografis atau data spasial (Krisnayanti & Bunganaen, 2018).

## Curah Hujan Maksimum Boleh Jadi (*Probable Maximum Precipitation, PMP*)

Curah hujan maksimum boleh jadi (*Probable Maximum Precipitation, PMP*) dihitung dengan menggunakan metode Hersfield. Metode ini digunakan dikondisi dimana data meteorologi sangat kurang atau perlu perkiraan secara cepat. Rumus perhitungan PMP menggunakan metode Hersfield (BSN, 2016) sebagai berikut:

$$X_m = \bar{X}_p + K_m \cdot S_p \quad (2)$$

dimana:

$X_m$  = nilai hujan maksimum bolehjadi;

$\bar{X}_p$  = rata-rata dari seri data hujan harian maksimum tahunan berjumlah  $n$  yang telah dikalikan faktor penyesuaian.

$K_m$  = nilai fungsi dari durasi hujan dan rata-rata hujan harian maksimum tahunan.

$S_p$  = simpangan baku dari seri data hujan harian maksimum tahunan berjumlah  $n$  yang telah dikalikan faktor penyesuaian.

## Intensitas Hujan Jam-Jaman

Intensitas hujan adalah tebal atau kedalaman hujan persatuan waktu, misalnya mm/detik, mm/jam atau mm/hari. Perhitungan intensitas hujan jam-jaman menggunakan Rumus Horton (BSN, 2016).

$$f_p = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \quad (3)$$

dimana:

$f$  = kapasitas infiltrasi pada waktu  $t$  (mm)

$f_0$  = kapasitas infiltrasi permulaan, diperkirakan 50% curah hujan total

$f_c$  = harga akhir dari infiltrasi

$e$  = bilangan dasar logaritma

$t$  = waktu sejak hujan mulai (jam)

$k$  = parameter kapasitas infiltrasi

## Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

## Hidrograf Satuan Sintetis

Hidrograf Satuan Sintetis merupakan suatu metode yang digunakan untuk memperkirakan debit banjir yang terjadi pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) berdasarkan data karakteristik DAS. Metode HSS Nakayasu, HSS Gama I dan HSS Limantara merupakan metode yang paling umum di Indonesia.

### 1. Metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu

Hidrograf satuan sintetis Nakayasu merupakan hidrograf satuan sintetis yang berasal dari Jepang.

$$Q_p = \frac{C}{3,6} \left( \frac{A R_o}{0,3T_p + T_{0,3}} \right) \quad (4)$$

dimana:

- $Q_p$  = debit puncak banjir
- $C$  = koefisien pengaliran
- $A$  = luas DAS ( $\text{km}^2$ )
- $R_o$  = hujan satuan (mm)
- $T_p$  = waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (jam)
- $T_{0,3}$  = waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak (jam)

### 2. Metode Hidrograf Satuan Sintetis Gama I

Hidrograf satuan sintetis Gama I dikembangkan oleh Sri Harto berdasarkan perilaku hidrologis 30 DAS di Pulau Jawa (Triatmodjo, 2008). Meskipun diturunkan dari data DAS di Pulau Jawa, ternyata hidrograf satuan sintetis Gama I juga berfungsi baik untuk berbagai daerah lain di Indonesia.

$$Q_t = Q_p e^{-t/K} \quad (5)$$

dimana:

- $Q_t$  = debit pada jam ke  $t$  ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
- $Q_p$  = debit puncak ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
- $T$  = waktu dari saat terjadinya debit puncak (jam)
- $K$  = koefisien tumpungan (jam)

### 3. Metode Hidrograf Satuan Sintetis Limantara

Hidrograf satuan sintetis Limantara berasal dari Indonesia dan ditemukan oleh Lily Montarchi Limantara, tahun 2006 (Limantara, 2010).

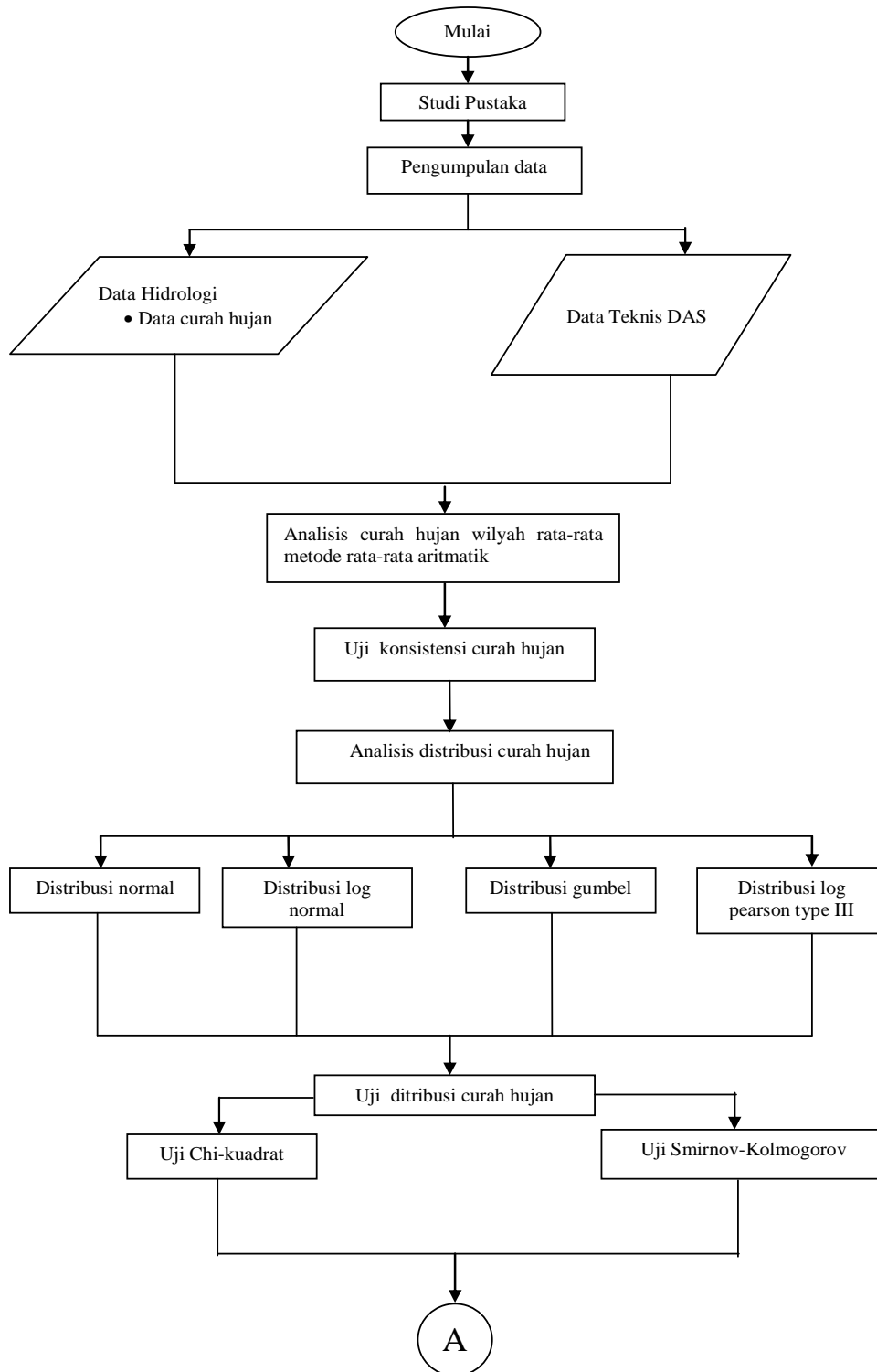
$$Q_p = 0,042 A^{0,451} L^{0,497} L_c^{0,356} S^{-0,131} n^{0,168} \quad (6)$$

dimana:

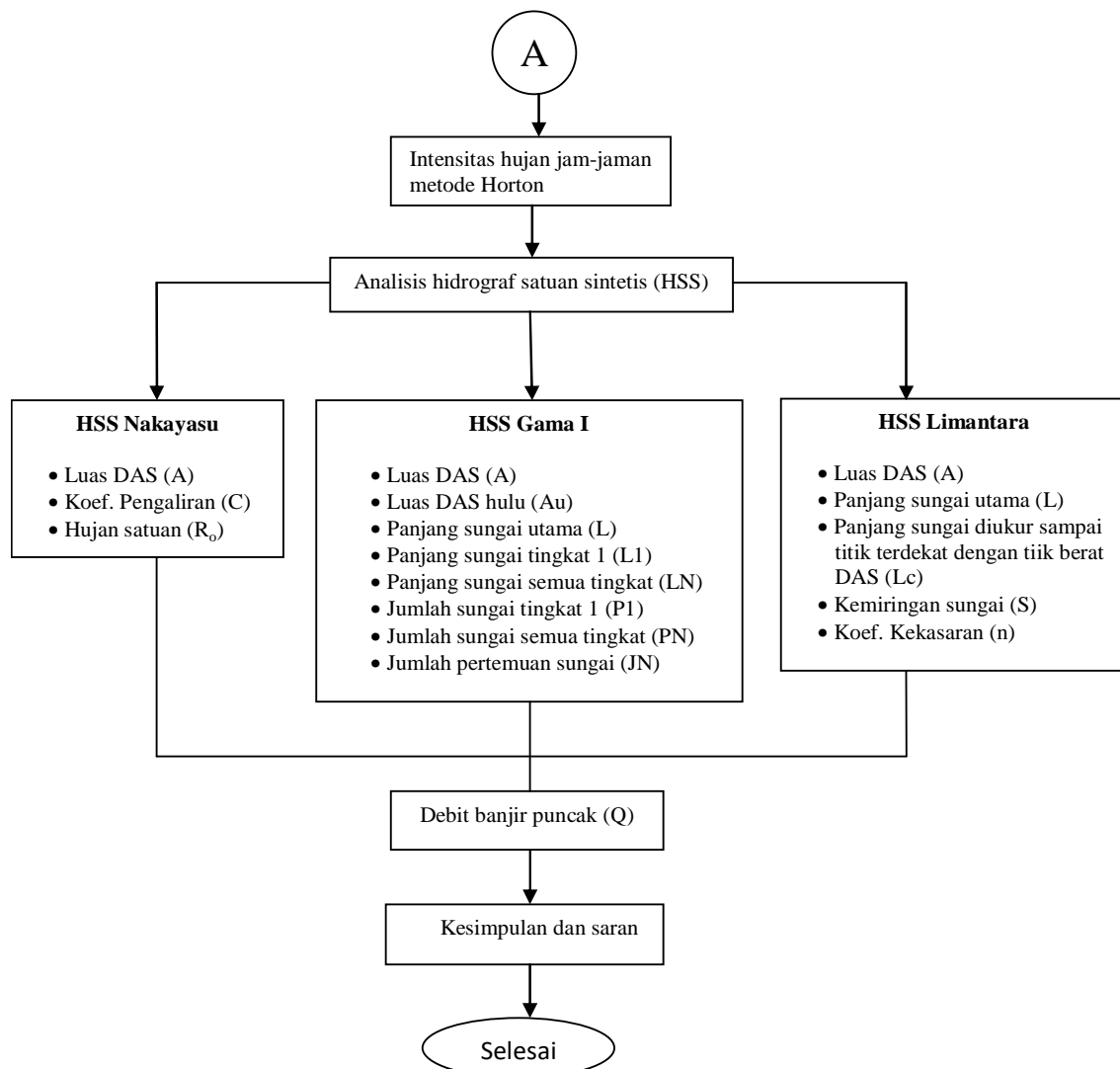
- $Q_p$  = debit puncak banjir hidrograf satuan ( $\text{m}^3/\text{dt}/\text{mm}$ )
- $A$  = luas DAS ( $\text{km}^2$ )
- $L$  = panjang sungai utama (km)
- $L_c$  = panjang alur sungai ke titik berat DAS (km)
- $S$  = kemiringan sungai utama
- $n$  = koefisien kekasaran DAS

## METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian digambarkan pada diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Bendungan Raknamo merupakan salah satu bendungan yang ada di NTT yang terletak pada 10° 07' 08" LS dan 123° 55' 54"BT. Bendungan Raknamo memiliki Daerah Aliran Sungai (DAS) seluas 38,347 km<sup>2</sup>, dengan panjang sungainya 15,71 km yang berada di wilayah Dusun IV (Dusun Oepoi), Desa Raknamo, Kecamatan Amabi Oefeto, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur.

### Analisis Hidrologi

#### Analisis Curah Hujan Wilayah Rata-Rata

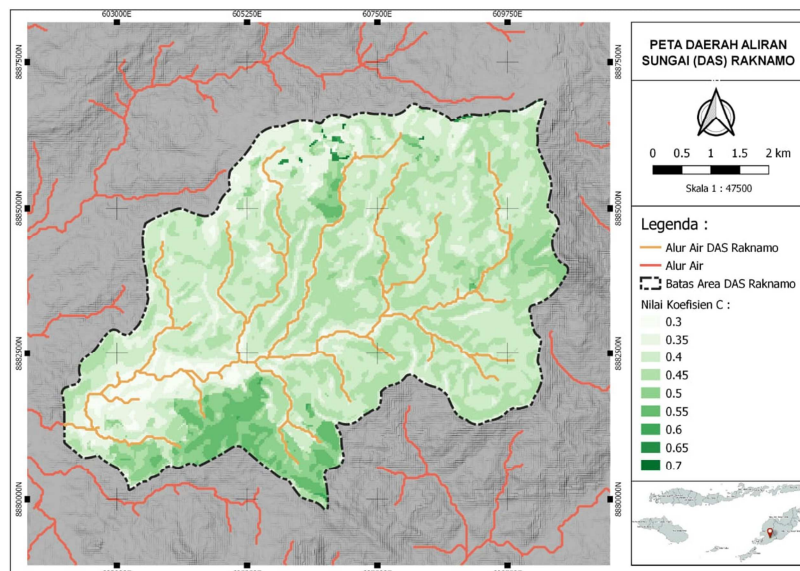
Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rata-rata wilayah yaitu Metode Aritmatik (aljabar), dimana pengukuran yang dilakukan di beberapa Pos Hujan dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasionnya. Nilai curah hujan yang akan diambil, diperoleh dari data hujan harian yaitu jumlah hujan pada bulan tertentu untuk tahun tertentu yang disebut curah hujan bulanan. Rekapitulasi hujan maksimum harian rata-rata dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hujan Maksimum Harian Rata-rata

No	Tahun	Curah Hujan Max (mm)
1	1997	68,733
2	1998	77,667
3	1999	72,000
4	2000	78,867
5	2001	69,833
6	2002	93,500
7	2003	168,167
8	2004	71,667
9	2005	163,967
10	2006	129,933
11	2007	76,867
12	2008	135,933
13	2009	152,667
14	2010	162,000
15	2011	108,000
16	2012	49,333
17	2013	105,333
18	2014	129,100
19	2015	63,733
20	2016	64,667
Σ		2041,967
Rata-rata		102,098

### Koefisien Limpasan

Perhitungan nilai koefisien limpasan dilakukan dengan metode analisis menggunakan aplikasi berbasis sistem informasi geografis (SIG/GIS) berdasarkan tutupan dan kemiringan lahan.



Gambar 3. Hasil Analisis Peta DAS dengan GIS

Berdasarkan hasil analisis dengan GIS maka nilai koefisien limpasan rata-rata adalah 0,412, yang dapat diartikan bahwa air hujan yang turun akan melimpas ke permukaan dan mengalir



menuju daerah hilir. Nilai koefisien ini juga dapat digunakan untuk menentukan kondisi fisik DAS Raknamo, yang artinya memiliki kondisi fisik yang baik.

**Distribusi Curah Hujan**

Untuk menganalisis probabilitas curah hujan dipakai beberapa macam distribusi yaitu distribusi Normal, Log Normal, *Log Pearson Type III* dan Gumbel. Keempat distribusi tersebut diuji kesesuaian frekuensi dengan menggunakan kedua metode uji kesesuaian yaitu uji Smirnov-Kolmogorov dan uji Chi-Kuadrat dan dapat diterima. Syarat penentuan untuk metode distribusi sesuai dengan hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 3.

*Tabel 3. Persyaratan Penentuan dan Hasil Perhitungan Distribusi*

Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Kesimpulan
Normal	Cs = 0	Cs = 0,527	Tidak memenuhi
	Ck = 3	Ck = 2,213	Tidak memenuhi
Log Normal	Cs = 0,248	Cs = 0,161	Tidak memenuhi
	Ck = 3,110	Ck = 2,149	Tidak memenuhi
Gumbel	Cs = 1,14	Cs = 0,527	Tidak memenuhi
	Ck = 5,4	Ck = 2,213	Tidak memenuhi
<i>Log Person Type III</i>	Selain dari nilai diatas	Cs = 0,161	Memenuhi
		Ck = 2,149	Memenuhi

Berdasarkan hasil perhitungan distribusi data curah hujan, maka metode yang memenuhi syarat keterpenuhan adalah metode distribusi *Log Pearson Type III*. Rekapitulasi perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan metode distribusi *Log Pearson Tipe III* ditunjukkan pada Tabel 4.

*Tabel 4. Rekapitulasi Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Type III*

No	Kala Ulang (Tahun)	Curah Hujan X <sub>T</sub> (mm)
1	2	92,391
2	5	130,551
3	10	155,545
4	20	176,689
5	50	213,526
6	100	239,538
7	200	266,462
8	1000	333,619

**Perhitungan Curah Hujan Maksimum Boleh Jadi (*Probable Maximum Precipitation, PMP*)**

Curah hujan maksimum boleh jadi (*Probable Maximum Precipitation, PMP*) dihitung dengan menggunakan metode Hersfield pada Persamaan (2). Sehingga didapat nilai PMP terkoreksi sebesar 897,920 mm/hari.

### Perhitungan Intensitas Hujan Jam-Jaman

Perhitungan intensitas hujan jam-jaman menggunakan Rumus Horton pada Persamaan (3). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Intensitas Hujan Jam-jaman

t (Jam)	Hujan (mm/jam)								PMP
	Kala ulang 2 thn	Kala ulang 5 thn	Kala ulang 10 thn	Kala ulang 20 thn	Kala ulang 50 thn	Kala ulang 100 thn	Kala ulang 200 thn	Kala ulang 1000 thn	
1	32,633	46,687	55,892	63,679	77,246	77,246	86,826	96,741	329,301
2	16,284	23,737	28,618	32,747	39,942	39,942	45,022	50,281	173,607
3	7,461	11,310	13,831	15,964	19,679	19,679	22,302	25,018	88,707
4	6,210	9,552	11,742	13,594	16,820	16,820	19,099	21,457	76,768
5	2,671	4,555	5,789	6,833	8,651	8,651	9,935	11,265	42,437
6	0,000	0,698	1,194	1,613	2,343	2,343	2,859	3,393	15,917

### Analisis Hidrograf Satuan Sintetis

Analisis hidrograf satuan sintetis menggunakan 3 metode hidrograf satuan sintetis (HSS) yaitu metode HSS Nakayasu, HSS Gama I dan HSS Limantara untuk mendapatkan debit banjir rancangan.

#### 1. Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu

Debit rencana dengan metode HSS Nakayasu dihitung dengan Persamaan (4), dan rekapitulasi perhitungannya ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir dengan Metode HSS Nakayasu

No	Kala Ulang	Debit Banjir Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu (m <sup>3</sup> /dt)
1	2 tahun	90,656
2	5 tahun	128,264
3	10 tahun	152,897
4	20 tahun	173,735
5	50 tahun	210,040
6	100 tahun	235,675
7	200 tahun	262,210
8	1000 tahun	328,397
9	PMP	884,541

#### 2. Hidrograf Satuan Sintetis Gama I

Debit rencana dengan metode HSS Gama I dihitung dengan Persamaan (5), dan rekapitulasi perhitungannya ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir dengan Metode HSS Gama I

No	Kala Ulang	Debit Banjir Hidrograf Satuan Sintetis Gama I (m <sup>3</sup> /dt)
1	2 tahun	75,594
2	5 tahun	105,737
3	10 tahun	125,480
4	20 tahun	142,182
5	50 tahun	171,280
6	100 tahun	191,827
7	200 tahun	213,095
8	1000 tahun	266,143
9	PMP	711,891

3. Hidrograf Satuan Sintetis Limantara

Debit rencana dengan metode HSS Nakayasu dihitung dengan Persamaan (6), dan rekapitulasi perhitungannya ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir dengan Metode HSS Limantara

No	Kala Ulang	Debit Banjir Hidrograf Satuan Sintetis Limantara (m <sup>3</sup> /dt)
1	2 tahun	92,562
2	5 tahun	131,028
3	10 tahun	156,222
4	20 tahun	177,535
5	50 tahun	214,667
6	100 tahun	240,887
7	200 tahun	268,027
8	1000 tahun	335,722
9	PMP	904,544

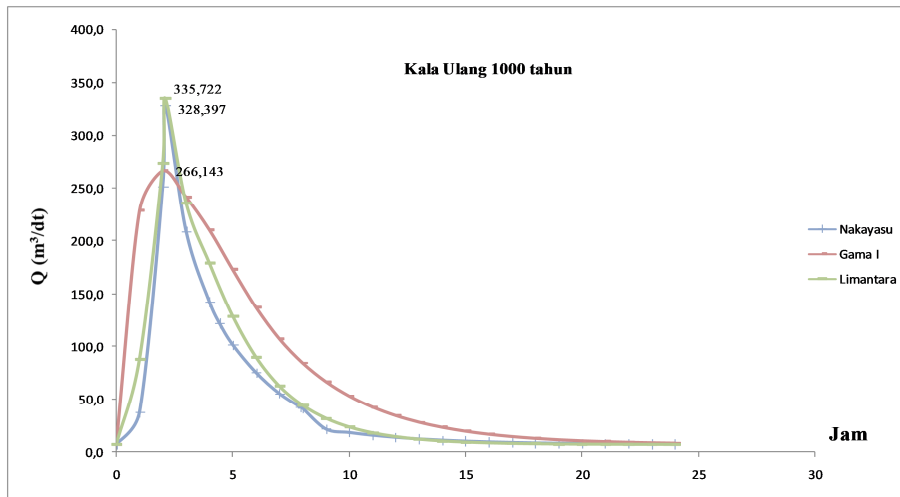
**Perbandingan Metode Hidrograf Satuan Sintetis**

Berdasarkan hasil perhitungan metode-metode HSS pada Tabel 6-8 dilakukan perbandingan antara ketiga metode HSS yang dapat dilihat seperti pada Tabel 9.

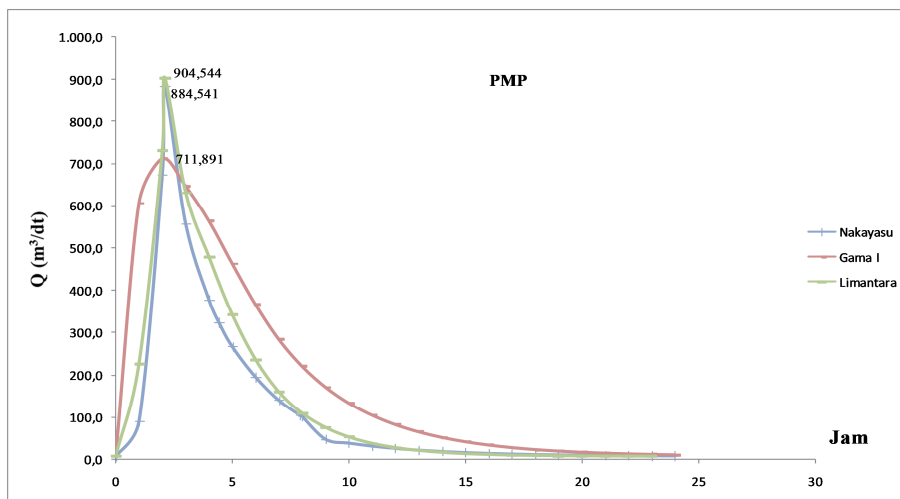
Tabel 9. Perbandingan Debit Banjir Metode HSS

No	Kala Ulang	Hidrograf Satuan Sintetis		
		Nakayasu (m <sup>3</sup> /dt)	Gama I (m <sup>3</sup> /dt)	Limantara (m <sup>3</sup> /dt)
1	2 tahun	90,656	75,594	92,562
2	5 tahun	128,264	105,737	131,028
3	10 tahun	152,897	125,480	156,222
4	20 tahun	173,735	142,182	177,535
5	50 tahun	210,040	171,280	214,667
6	100 tahun	235,675	191,827	240,887
7	200 tahun	262,210	213,095	268,027
8	1000 tahun	328,397	266,143	335,722
9	PMP	884,541	711,891	904,544

Selanjutnya perbandingan ketiga metode HSS untuk 1000 tahun dan PMP dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Grafik Debit Banjir Kala Ulang 1000 Tahun Metode HSS



Gambar 5. Grafik Debit Banjir PMP Metode HSS

Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5 di atas dapat dilihat bahwa, ketiga metode HSS memiliki kesamaan pada bentuk hirografnya yaitu naik cepat dan turunn lambat. Berdasarkan Tabel 9 dapat dilihat bahwa nilai debit banjir hasil perhitungan dengan metode HSS Limantara memiliki nilai yang terbesar, dibandingkan dengan nilai debit banjir hasil perhitungan dengan metode HSS Nakayasu dan HSS Gama I, sedangkan nilai debit banjir terkecil dimiliki metode HSS Gama. Berdasarkan hasil survei penulis di lapangan, lama waktu surut banjir kurang lebih 24 jam atau 1 hari, sehingga berdasarkan hal tersebut metode HSS Limantara lebih sesuai dengan karakteristik bendungan Raknamo dikarenakan pada waktu 24 jam debit banjir dengan metode HSS Limantara paling mendekati aliran dasar 7,034 m<sup>3</sup>/dtk.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan sebelumnya, penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Besar debit banjir puncak untuk metode hidrograf satuan sintetis sebagai berikut:
  - a. Hidrograf satuan sintetis (HSS) Nakayasu

- 1). Debit banjir maksimum kala ulang 2 tahun sebesar 90,656 m<sup>3</sup>/detik.
- 2). Debit banjir maksimum kala ulang 5 tahun sebesar 128,264 m<sup>3</sup>/detik.
- 3). Debit banjir maksimum kala ulang 10 tahun sebesar 152,897 m<sup>3</sup>/detik.
- 4). Debit banjir maksimum kala ulang 20 tahun sebesar 173,735 m<sup>3</sup>/detik.
- 5). Debit banjir maksimum kala ulang 50 tahun sebesar 210,040 m<sup>3</sup>/detik.
- 6). Debit banjir maksimum kala ulang 100 tahun sebesar 235,675 m<sup>3</sup>/detik.
- 7). Debit banjir maksimum kala ulang 200 tahun sebesar 262,210 m<sup>3</sup>/detik.
- 8). Debit banjir maksimum kala ulang 1000 tahun sebesar 328,397 m<sup>3</sup>/detik.
- 9). Debit banjir maksimum untuk *Probable Maximum Precipitation (PMP)* sebesar 884,541 m<sup>3</sup>/detik.

b. Hidrograf satuan sintetis (HSS) Gama I

- 1). Debit banjir maksimum kala ulang 2 tahun sebesar 75,594 m<sup>3</sup>/detik.
- 2). Debit banjir maksimum kala ulang 5 tahun sebesar 105,737 m<sup>3</sup>/detik.
- 3). Debit banjir maksimum kala ulang 10 tahun sebesar 125,480 m<sup>3</sup>/detik.
- 4). Debit banjir maksimum kala ulang 20 tahun sebesar 142,182 m<sup>3</sup>/detik.
- 5). Debit banjir maksimum kala ulang 50 tahun sebesar 171,280 m<sup>3</sup>/detik.
- 6). Debit banjir maksimum kala ulang 100 tahun sebesar 191,827 m<sup>3</sup>/detik.
- 7). Debit banjir maksimum kala ulang 200 tahun sebesar 213,095 m<sup>3</sup>/detik.
- 8). Debit banjir maksimum kala ulang 1000 tahun sebesar 266,143 m<sup>3</sup>/detik.
- 9). Debit banjir maksimum untuk *Probable Maximum Precipitation (PMP)* sebesar 711,891 m<sup>3</sup>/detik.

c. Hidrograf satuan sintetis (HSS) Limantara

- 1). Debit banjir maksimum kala ulang 2 tahun sebesar 92,562 m<sup>3</sup>/detik.
  - 2). Debit banjir maksimum kala ulang 5 tahun sebesar 131,028 m<sup>3</sup>/detik.
  - 3). Debit banjir maksimum kala ulang 10 tahun sebesar 156,222 m<sup>3</sup>/detik.
  - 4). Debit banjir maksimum kala ulang 20 tahun sebesar 177,535 m<sup>3</sup>/detik.
  - 5). Debit banjir maksimum kala ulang 50 tahun sebesar 214,667 m<sup>3</sup>/detik.
  - 6). Debit banjir maksimum kala ulang 100 tahun sebesar 240,887 m<sup>3</sup>/detik.
  - 7). Debit banjir maksimum kala ulang 200 tahun sebesar 268,027 m<sup>3</sup>/detik.
  - 8). Debit banjir maksimum kala ulang 1000 tahun sebesar 335,722m<sup>3</sup>/detik.
  - 9). Debit banjir maksimum untuk *Probable Maximum Precipitation (PMP)* sebesar 904,544 m<sup>3</sup>/detik.
2. Diantara ketiga metode HSS yang dipakai, HSS Limantara memiliki nilai debit banjir puncak lebih besar jika dibandingkan dengan kedua metode HSS lainnya, sedangkan untuk nilai debit banjir puncak terkecil dimiliki oleh HSS Gama I.
  3. Metode hidrograf satuan sintetis yang sesuai dengan karakteristik DAS Raknamo adalah HSS Limantara.

## **SARAN**

1. Perlu lebih banyak lagi metode hidrograf satuan sintetis lain untuk mengetahui perbandingan dengan metode yang sudah dipakai.
2. Perlu lebih panjang lagi data curah hujan yang digunakan untuk mendapatkan hasil perhitungan yang lebih akurat.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- BSN. (2016). *SNI 2415-2016 (Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana)*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Dune, T., & Leopold L. B. (1978). *Water In Environment Planning*. W. H. Freeman, New York.
- Krisnayanti, D. S., & Bunganaen W. (2018). *Koefisien Limpasan Permukaan Untuk Embung Kecil Di Nusa Tenggara Timur*. Lembaga Universitas Nusa Cendana Kupang, Kupang.
- Limantara, L. M. (2010). *Hidrologi Praktis*. Lubuk Agung, Bandung.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andi, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.