

Debit Puncak Harian Tahunan Metode HSS Nakayasu dan Debit Terukur di DAS Muke Kabupaten TTS

Annual Peak Daily Discharge with Method of Nakayasu's Synthetic Unit Hydrographs and Measurable Discharge in Muke River Basin of South Central Timor Regency

Monica T. R. Utung¹, Judi K Nasjono², Elia Hunggurami^{3*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

DAS Muke, debit puncak, hidrograf satuan sintetik

Keywords:

Muke watershed, peak discharge, synthetic unit hydrographs

Article history:

Received: 03-08-2021

Accepted: 08-08-2021

*Koresponden email:

trinandamonika@gmail.com

judi.nasjono@Staf.undana.ac.id

Abstrak

Sungai Muke rawan terhadap banjir. Banjir terjadi disebabkan karena perubahan tata guna lahan akibat sistem perladangan yang berpindah-pindah. Pada sungai Muke, Perlu dilakukan analisis dalam pendugaan debit untuk mengetahui potensi air pada sungai Muke. Pada penelitian ini penulis melakukan perhitungan debit puncak menggunakan model perhitungan terukur dan terhitung. Perhitungan terukur menggunakan kurva debit dan terhitung dengan menggunakan metode hidrograf satuan sintetik yaitu Nakayasu. Hasil analisis untuk perhitungan debit pada sungai Muke menggunakan kurva debit diperoleh debit puncak terjadi pada tahun 2012 dengan $Q_{maks} = 99,41 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan debit terkecil terjadi pada tahun 2010 dengan $Q_{min} = 13,19 \text{ m}^3/\text{dtk}$, hasil analisis untuk perhitungan debit pada sungai Muke menggunakan metode Nakayasu diperoleh debit puncak terjadi pada tahun 2010 dengan $Q_{maks} = 184,74 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan debit terkecil terjadi pada tahun 2014 dengan $Q_{min} = 94,33 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

Abstract

The Muke River is prone to flooding. flooding is caused by conversion in land use due to the migrating plantation system. In the Muke river, it is necessary to analyze the discharge estimation to determine the potential of water in the Muke river. In this study, the authors performed peak discharge calculation using measured calculation model and calculate. Measured calculations using discharge's curve and calculated by using hydrographic method of synthetic unit namely Nakayasu. The results of the analysis for the calculation of discharge on the Muke river using the discharge curve obtained that the peak discharge occurred in 2012 with $Q_{max} = 99.41 \text{ m}^3/\text{s}$ and the smallest discharge occurred in 2010 with $Q_{min} = 13.19 \text{ m}^3/\text{s}$, the results of the analysis for the calculation of discharge on the Muke river using the Nakayasu method obtained peak discharge occurred in 2010 with $Q_{max} = 184.74 \text{ m}^3/\text{s}$ and the smallest discharge occurred in 2014 with $Q_{min} = 94.33 \text{ m}^3/\text{s}$.

Kutipan: Diisi oleh Editor

Pendahuluan

DAS Muke ialah salah satu DAS yang terletak di pulau Timor Kecamatan Amanuban Selatan, Kabupaten TTS Propinsi NTT. DAS Muke mempunyai luas DAS 426,66 km² dengan panjang sungai induk 58,25 km. Sumber daya air yang ada dari DAS Muke dimanfaatkan untuk kebutuhan masyarakat sekitar, baik digunakan untuk irigasi dan juga kebutuhan sehari-hari. Sungai Muke rawan terhadap banjir. Banjir hampir setiap tahun terjadi di sungai Muke, selain internal akibat alam, juga disebabkan karena perubahan tata guna lahan akibat sistem perladangan yang berpindah-pindah. Kondisi tersebut menimbulkan kerugian bagi masyarakat. Dalam penelitian ini akan digunakan model HSS Nakayasu dan debit pengukuran untuk perhitungan debit puncak yang berkaitan dengan pemanfaatan sumber daya air di wilayah daerah Muke. Berdasarkan uraian diatas, penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian dengan mengangkat topik penelitian berjudul “Debit Puncak Harian Tahunan Metode HSS Nakayasu dan Debit Terukur di DAS Muke Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS)”.

Bahan dan Metode

2.1 Intensitas Curah Hujan (I)

Intensitas curah hujan didefinisikan sebagai ketinggian curah hujan yang terjadi pada kurun waktu dimana air hujan berkonsentrasi. Analisa curah hujan diproses berdasarkan data curah hujan yang telah terjadi pada tahun-tahun sebelumnya. Perhitungan curah hujan dipergunakan beberapa rumus empiris dalam hidrologi untuk menghitung intensitas curah hujan digunakan metode menurut Mononobe (Triatmodjo, 2008) yaitu :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad (1)$$

Keterangan :

I : Intensitas curah hujan untuk lamanya hujan t (mm/jam)

R₂₄ : Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

t_c : Lamanya curah hujan (jam)

2.2 Koefisien Limpasan (C)

Nilai C untuk setiap kelas kelerengan dan penutupan lahan tersebut dipetakan dengan bantuan ArcGIS 10.3. Dengan demikian akan diperoleh dua peta nilai C, yaitu C berdasar kelas lereng dan penutupan lahan. Kedua peta tersebut kemudian ditumpang-susunkan (overlay). Untuk mengetahui kontribusi masing-masing unit lahan terhadap nilai C DAS Muke, maka pada setiap unit lahan dihitung nilai C tertimbang. Dengan GIS, C tertimbang masing-masing unit lahan dihitung menggunakan rumus (Wahyuningrum Nining, 2007):

$$C_{\text{tertimbang}} = \frac{C_{\text{rata}} \cdot a}{A} \quad (2)$$

$$C_{\text{rata}} = \frac{C_{\text{slope}} + C_{\text{cover}}}{2} \quad (3)$$

Keterangan :

C_{tertimbang} : Koefisien aliran permukaan tertimbang

C_{rata} : Koefisien aliran permukaan rata-rata dari tiga kelas

C_{slope} : Koefisien aliran permukaan berdasar kelas kelerengan

C_{cover} : Koefisien aliran permukaan berdasar kelas penutupan lahan

a : luas unit lahan

A : luas DAS

2.3 Hidrograf Satuan Sintetik (HSS)

2.3.1 HSS Nakayasu

Nakayasu (1950) telah menyelidiki hidrograf satuan di Jepang dan memberikan seperangkat persamaan untuk membentuk suatu hidrograf satuan sebagai berikut (Kamiana, 2012):

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_0}{3,6 (0,3T_p + T_{0,3})} \quad (4)$$

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \tag{5}$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 L \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \tag{6}$$

$$t_g = 0,21 \times L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \tag{7}$$

nilai t_r diperoleh dari :

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \tag{8}$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \tag{9}$$

Keterangan :

Q_p : Debit puncak banjir (m³/det)

R_o : Hujan satuan (mm),tetapan

C : koefisien pengaliran

A : luas daerah tangkapan sampai outlet

T_p : tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$: waktu yang diperlukan penurunan debit, dari debit puncak sampai 30% dari debit puncak (jam)

t_g : Waktu konsentrasi (jam)

t_r : Waktu efektif (jam)

α : Koefisien, nilainya antara 1,5 – 3

L : Panjang Sungai (km)

Untuk α : 2 (daerah pengaliran biasa)

α : 1,5 (bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun cepat)

α : 3 (bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat)

1) Bagian lengkung naik (*rising limb*), mempunyai persamaan:

- ($0 < t < T_p$)

$$Q_t = Q_p \frac{t^{2,4}}{T_p} \tag{10}$$

Keterangan :

Q_t : debit limpasan sebelum sampai puncak banjir (jam).

t : Waktu (jam).

2) Bagian lengkung turun (*decreasing limb*) hidrograf satuan mempunyai persamaan:

- Jika $T_p < t < (T_p + T_{0,3})$

$$Q = Q_p \times 0,3 \frac{t - T_p}{T_{0,3}} \tag{11}$$

- Jika $T_p + T_{0,3} < t < (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

$$Q = Q_p \times 0,3 \frac{t - T_p + 0,5 \times T_{0,3}}{1,5 \times T_{0,3}} \tag{12}$$

- Jika $t > (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

$$Q = Q_p \times 0,3 \frac{t - T_p + 1,5 \times T_{0,3}}{2 \times T_{0,3}} \tag{13}$$

2.4 Menilai Hasil Kalibrasi

2.4.1 Bias

Bias menunjukkan tingkat kesalahan volume aliran secara umum, yakni selisih antara debit terukur dan terhitung per tahun. Berikut adalah persamaan untuk menentukan nilai bias (Indarto, 2010):

$$\text{Bias} = \frac{\sum [Q_o - Q_M]}{n} \tag{14}$$

Keterangan:

Bias : Selisih antara debit terukur dan terhitung

Q_o : Debit terukur (m³/det)

Q_M : Debit terhitung (m³/det)

n : Jumlah sampel

2.4.2 Relatif Bias

Relatif bias menggambarkan selisih dari perbedaan debit terukur dan terhitung dibandingkan dengan nilai debit terukur. Berikut adalah persamaan untuk menentukan nilai relatif bias (Indarto, 2010)

$$\text{Relatif Bias} = \frac{\sum [Q_o - Q_M]}{\sum Q_o} \tag{15}$$

Keterangan:

Relatif Bias : Selisih antara debit terukur dan terhitung

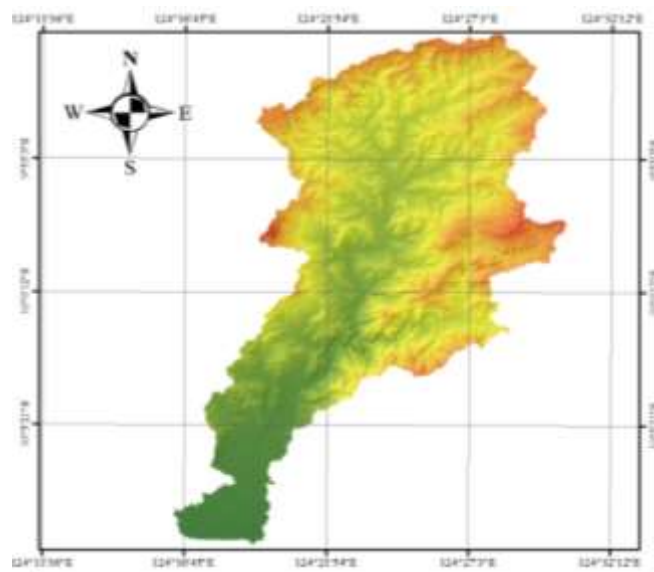
Q_o : Debit terukur (m³/det)

Q_M : Debit terhitung (m³/det)

Hasil dan Pembahasan

3.1 Umum

Sungai Muke dengan luas total DAS 426,66 km² terletak di pantai selatan Pulau Timor Kecamatan Amanuban Selatan Kabupaten TTS Propinsi NTT



Gambar 2.1 DAS Muke

3.2 Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan dilakukan pada batasan luas DAS Muke. Data curah hujan merupakan banyaknya curah hujan yang jatuh di suatu tempat, dimana akan mempengaruhi debit dan aliran permukaan sungai tersebut. Data curah hujan yang dipakai adalah data curah hujan 10 tahun (2009-2018) dari pos hujan Nifukani yang didapat dari Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara II (BWS NT II).

Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan Pos Hujan Nikufani

Tanggal	Curah hujan maks. (mm)
26 Des 2009	120
04 Mar 2010	141
27 Feb 2011	140
18 Mar 2012	100
02 Jan 2013	125
13 Apr 2014	72
28 Mar 2015	77
13 Mar 2016	112
21 Nov 2017	85

Tanggal	Curah hujan maks. (mm)
15 Des 2018	75

3.3 Debit Terukur

Perhitungan debit terukur menggunakan data pengukuran tinggi muka air sungai Muke dari tahun 2009-2018. Hasil rekapitulasi debit puncak dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 2. Rekap Tinggi Muka Air Dan Debit puncak Sungai Muke

Tahun	TMA (m)	Q (m ³ /dtk)
2009	1,83	51,28
2010	0,90	13,19
2011	2,20	73,46
2012	2,57	99,41
2013	1,43	31,96
2014	1,33	27,81
2015	1,60	39,52
2016	2,17	71,30
2017	1,50	34,88
2018	1,17	21,54

3.4 Koefisien Limpasan (C)

3.4.1 Kemiringan Lereng

Besarnya faktor kemiringan lereng yang ditentukan dengan menggunakan peta kemiringan lereng DAS Muke dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 3. Perhitungan Kemiringan Lereng DAS Muke

Klasifikasi	Kelas Kemiringan (%)	C	Luas Area (A)	Persentase (%)
Datar	0 - 3	0,3	0,291	0,08
Landai	3 - 8	0,4	213,12	49,66
Agak curam	8 - 15	0,5	118,27	27,89
Curam	15 - 25	0,6	71,08	16,67
Sangat curam	> 25	0,7	23,89	5,69
Jumlah			426,660	100

3.4.2 Tata guna Lahan

Dari hasil analisis peta diperoleh luasan masing-masing penggunaan lahan yang kemudian dikaitkan dengan koefisien limpasan yang ditetapkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. Tata Guna Lahan Pada DAS Muke

No.	Tata Guna Lahan	Luas (A) Km ²	C	Persentase (%)
1	Kebun	18,53	0,4	4,34
2	Ladang	4,02	0,5	19,25
3	Pemukiman	7,99	0,9	0,97
4	Semak belukar	259,73	0,3	60,88
5	Sawah	3,29	0,2	0,77
6	Alang-alang	16,61	0,3	3,89
7	Hutan kering	31,36	0,5	7,35

No.	Tata Guna Lahan	Luas (A) Km ²	C	Persentase (%)
8	Hutan basah (rawa)	2,92	0,2	0,68
9	Sungai	82,12	0,2	1,87
Total		426,66	3,5	100

3.4.3 Gabungan Kemiringan Lereng dan Tataguna Lahan

Pada bagaian sebelumnya dijelaskan bahwa untuk mendapatkan nilai koefisien limpasan (C), dianalisis dengan aplikasi GIS yakni menggabungkan peta kemiringan lereng dan peta tata guna lahan. Hasil hitungan luasan untuk tiap kelas lereng menggunakan program ArcGIS dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Koefisien Limpasan dengan Menggabungkan Kelas Kemiringan Lereng dan Penutup Lahan.

kelas kemiringan lereng	luasan	C	Tutupan Lahan	C	Total luasan	C rerata	C tertimbang
0-3	0.29	0.3	Perkebunan/Kebun	0.4	0.01	0.35	4.87E-06
			Permukiman dan Tempat Kegiatan	0.9	0.01	0.60	1.49E-05
			Sungai	0.2	0.02	0.25	1.06E-05
			Semak Belukar	0.3	0.08	0.30	5.38E-05
			Sawah Tadah Hujan	0.2	0.03	0.25	1.47E-05
			Padang Rumput	0.3	0.00	0.30	2.71E-06
			Hutan Rimba	0.5	0.06	0.40	5.66E-05
			Hutan Bakau	0.2	0.03	0.25	1.85E-05
			Tegalan/Ladang	0.5	0.05	0.40	4.81E-05
3-8	213.12	0.4	Perkebunan/Kebun	0.4	8.17	0.40	7.67E-03
			Permukiman dan Tempat Kegiatan	0.9	3.71	0.65	5.67E-03
			Sungai	0.2	7.39	0.30	5.21E-03
			Semak Belukar	0.3	115.30	0.35	9.48E-02
			Sawah Tadah Hujan	0.2	3.23	0.30	2.27E-03
			Padang Rumput	0.3	9.97	0.35	8.20E-03
			Hutan Rimba	0.5	24.02	0.45	2.54E-02
			Hutan Bakau	0.2	2.85	0.30	2.01E-03
			Tegalan/Ladang	0.5	37.58	0.45	3.97E-02
8-15	118.27	0.5	Perkebunan/Kebun	0.4	4.92	0.45	5.20E-03
			Permukiman dan Tempat Kegiatan	0.9	0.20	0.70	3.35E-04
			Sungai	0.2	0.33	0.35	2.71E-04
			Semak Belukar	0.3	84.28	0.40	7.92E-02
			Sawah Tadah Hujan	0.2	0.01	0.35	1.11E-05
			Padang Rumput	0.3	4.25	0.40	3.99E-03
			Hutan Rimba	0.5	4.42	0.50	5.19E-03
			Tegalan/Ladang	0.5	19.82	0.50	2.33E-02
15-25	71.08	0.6	Perkebunan/Kebun	0.4	3.85	0.50	4.52E-03

kelas kemiringan lereng	luasan	C	Tutupan Lahan	C	Total luasan	C rerata	C tertimbang
15-25	71.08	0.6	Permukiman dan Tempat Kegiatan	0.9	0.05	0.75	8.34E-05
			Sungai	0.2	0.18	0.40	1.68E-04
			Semak Belukar	0.3	45.80	0.45	4.84E-02
			Padang Rumput	0.3	1.61	0.45	1.70E-03
			Hutan Rimba	0.5	2.00	0.55	2.58E-03
			Tegalan/Ladang	0.5	17.57	0.55	2.27E-02
			Perkebunan/Kebun	0.4	1.52	0.55	1.96E-03
> 25	23.89	0.7	Permukiman dan Tempat Kegiatan	0.9	0.00	0.80	3.18E-06
			Sungai	0.2	0.07	0.45	7.69E-05
			Semak Belukar	0.3	13.95	0.50	1.64E-02
			Padang Rumput	0.3	0.70	0.50	8.27E-04
			Hutan Rimba	0.5	0.78	0.60	1.10E-03
			Tegalan/Ladang	0.5	6.86	0.60	9.67E-03
			Σ				426.66

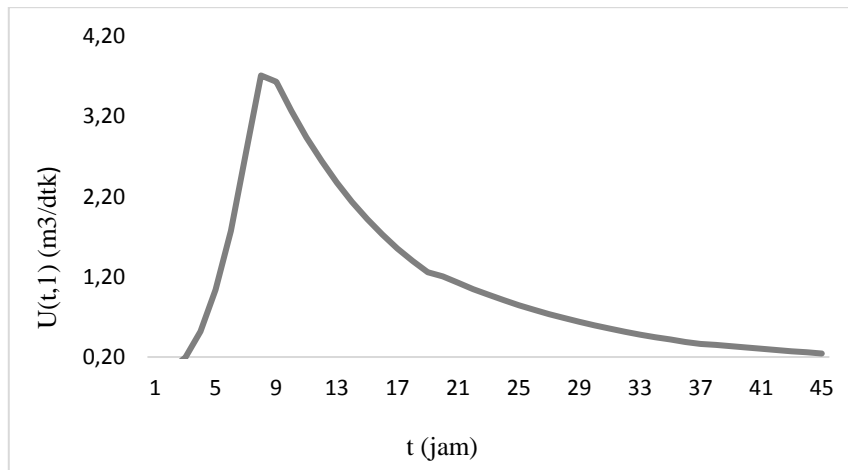
3.5 Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu

Konsep hidrograf satuan, yang banyak digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran. Konsep ini diperkenalkan pada tahun 1932 oleh Sherman (Subramanya, 1984). Data yang diperlukan untuk menurunkan hidrograf satuan terukur di DAS yang ditinjau adalah data hujan otomatis dan pencatatan debit di titik pengamatan tertentu. Namun jika data hujan yang diperlukan untuk menyusun hidrograf satuan terukur tidak tersedia digunakan analisis hidrograf banjir sintesis.

Parameter yang diperlukan dalam metode Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu sebagai berikut :

Luas DAS (A) : 426,66 km²
 Panjang Sungai (L) : 58,25 km
 Hujan Efektif (R₀) : 1 mm (tetapan)
 Parameter hidrograf (α) : 3
 Koefisien Limpasan (C) : 0,42

Berdasarkan perhitungan kemudian dibuat grafik yang menggambarkan bentuk hidrograf Nakayasu untuk hujan 1 mm, seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik Hidrograf Nakayasu untuk Hujan 1 mm

3.5.1 Menghitung HSS Nakayasu Akibat Hujan

Perhitungan dilakukan menggunakan 2 cara. Cara pertama besarnya curah hujan dihitung menggunakan curah hujan pada jam pertama sedangkan cara kedua perhitungan dilakukan sampai jam ke 3. Selanjutnya besarnya curah hujan hasil perhitungan dari kedua cara dibandingkan dan dilihat besarnya perbedaan debit yang terjadi akibat pengaruh parameter curah hujan dalam perhitungan debit. Sebagai contoh perhitungan menggunakan data dari tahun 2009, yaitu :

1) Curah untuk konversi waktu 1 jam

Perhitungan besarnya curah hujan dapat dihitung, sebagai berikut :

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

$$I = \frac{120}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}, t = 1 \text{ jam}$$

$$= \frac{120}{24} \times \left(\frac{24}{1}\right)^{2/3}$$

$$= 41,65 \text{ mm}$$

Perhitungan Q_a , Q_{t1} , Q_{t2} , dan Q_{t3} dari tahun 2009-2018 akibat hujan yang menghasilkan hidrograf satuan Nakayasu, Pada Tabel 4.9 ditampilkan hasil rekapitulasi perhitungan debit hidrograf satuan sintetik Nakayasu untuk konversi waktu 1 jam.

Tabel 6. Rekapitulasi Debit puncak HSS Nakayasu untuk konversi waktu 1 jam

No	Tahun	Debit puncak (m ³ /dtk)
1	2009	157.22
2	2010	184.74
3	2011	183.43
4	2012	131.02
5	2013	163.77
6	2014	94.33
7	2015	100.88
8	2016	146.74
9	2017	111.37
10	2018	98.265

2) Curah hujan untuk konversi waktu 3 jam

Besarnya curah hujan untuk jam pertama telah dihitung pada langkah kerja diatas, sedangkan langkah perhitungan untuk jam ke 2 sampai jam ke 3 sama seperti langkah perhitungan untuk jam pertama di atas. Hasil dari perhitungan dari jam 1 sampai jam ke 3 diperlihatkan pada Tabel 4.10.

Tabel 7. Besar Curah Hujan Jam-Jaman Tahun 2009

Jam	Hujan
1	41,65
2	26,23
3	20,01

Perhitungan besarnya curah hujan dilakukan sampai pada jam ke 3, dikarenakan total hujan yang terjadi mendekati curah hujan harian maksimum yang terjadi pada tahun tersebut. Perhitungan besarnya debit akibat hujan dilanjutkan pada langkah berikutnya.

Tabel 8. Besar Curah Hujan Jam-Jaman Tahun 2009-2018

Tahun	Rmax	Konveksi jam-jaman			Total
		1	2	3	
2009	120	41.646	26.229	20.014	87,89
2010	141	48.934	30.819	23.516	103,27
2011	140	48.587	30.601	23.350	102,54
2012	100	34.705	21.858	16.678	73,24
2013	125	43.381	27.322	20.848	91,55
2014	72	24.987	15.737	12.008	52,73
2015	77	26.723	16.830	12.842	56,40
2016	112	38.869	24.481	18.680	82,03
2017	85	29.499	18.579	14.176	62,25
2018	75	26.029	16.393	12.509	54,93

Perhitungan Q_a , Q_{t1} , Q_{t2} , dan Q_{t3} dari tahun 2009-2018 akibat hujan yang menghasilkan hidrograf satuan Nakayasu, Pada Tabel 4.12 ditampilkan hasil rekapitulasi perhitungan debit hidrograf satuan sintetik Nakayasu untuk konversi waktu 3 jam.

Tabel 9. Rekapitulasi Debit Puncak HSS Nakayasu untuk konveksi waktu 3 jam

No	Tahun	Debit Puncak (m ³ /dtk)
1	2009	305.89
2	2010	359.43
3	2011	356.88
4	2012	254.91
5	2013	318.64
6	2014	183.54
7	2015	196.28
8	2016	285.50
9	2017	216.68
10	2018	191.184

Berdasarkan perhitungan debit maksimum menggunakan kedua cara di atas dapat dilihat bahwa perbedaan debit yang terjadi sangatlah besar, dimana hasil perhitungan debit yang menggunakan parameter curah hujan untuk konversi waktu 1 jam mendekati hasil perhitungan debit menggunakan kurva debit terukur sungai Muke, sedangkan hasil perhitungan debit yang menggunakan parameter curah hujan untuk konversi waktu sampai pada jam ke-3 menampilkan perbandingan debit yang sangat besar dengan kurva debit terukur sungai Muke.

3.6 Analisis Hasil Kalibrasi

Berdasarkan hasil analisis nilai statistik debit puncak terukur dan terhitung Sungai Muke tahun 2009 – 2018 diperoleh selisih antara debit terukur dan terhitung Metode Nakayasu Sungai Muke adalah 90,74 m³/dtk, dan nilai relatif bias berturut-turut (tingkat kesesuaian selisih antara debit terukur dan terhitung Nakayasu adalah -1,95.

3.7 Pembahasan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan ada dua faktor yang mempengaruhi besarnya debit aliran yang terjadi pada DAS Muke yaitu curah hujan dan tinggi muka air. Pada Tabel 4.18 akan ditunjukkan pengaruh curah hujan dan tinggi muka air terhadap debit yang terjadi.

Tabel 10. Nilai Curah Hujan, Tinggi Muka Air, dan Debit puncak Sungai Muke Tahun 2009-2018

Tahun	Curah Hujan (mm)	TMA (m)	Debit puncak (m ³ /dtk)	
			Terukur	Nakayasu
2009	120	1,83	51,28	157.22
2010	141	0,90	13,19	184.74
2011	140	2,20	73,46	183.43
2012	100	2,57	99,41	131.02
2013	125	1,43	31,96	163.77
2014	72	1,33	27,81	94.33
2015	77	1,60	39,52	100.88
2016	112	2,17	71,30	146.74
2017	85	1,50	34,88	111.37
2018	75	1,17	21,54	98.265

Debit puncak terukur sungai Muke hasil olahan data tinggi muka air yang terbesar yaitu pada tahun 2012 dengan $Q_{maks} = 99,41$ m³/dtk, sedangkan nilai debit puncak yang terkecil yaitu pada tahun 2010 dengan $Q_{min} = 13,19$ m³/dtk, debit puncak hasil analisis HSS Nakayasu pada DAS Muke menghasilkan nilai debit puncak terbesar yaitu terjadi pada tahun 2010 dengan $Q_{maks} = 184,74$ m³/dtk, sedangkan nilai debit puncak yang terkecil terjadi pada tahun 2014 dengan $Q_{min} = 94,33$ m³/dtk.

Berdasarkan hasil analisis nilai statistik debit puncak terukur dan terhitung Sungai Muke tahun 2009 – 2018 diperoleh selisih antara debit terukur dan terhitung Metode Nakayasu Sungai Muke adalah 90,74 m³/dtk, dan nilai relatif bias berturut-turut (tingkat kesesuaian selisih antara debit terukur dan terhitung Nakayasu) adalah -1,95.

Kesimpulan

Debit puncak pada persamaan kurva debit yang terbesar terjadi pada tahun 2012 sebesar 99,41 m³/dtk dan yang terkecil terjadi pada tahun 2010 sebesar 13,19 m³/dtk. Hasil analisis debit puncak perhitungan dengan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu diperoleh debit puncak terjadi pada tahun 2010 sebesar 184,74 m³/dtk dan yang terkecil terjadi pada tahun 2014 sebesar 94,33 m³/dtk. Hasil analisis Bias antara debit terukur dan terhitung Metode Nakayasu adalah 90,74 m³/dtk. Berdasarkan hasil analisis nilai statistik debit puncak terukur dan terhitung Sungai Muke tahun 2009 – 2018 diperoleh nilai relatif bias berturut-turut (tingkat kesesuaian selisih antara debit terukur dan terhitung Nakayasu) adalah -1,95. Selisih tingkat kesalahan debit puncak terukur dan terhitung adalah kurang dari 0,36 dengan interpretasi yang tidak memuaskan serta memiliki nilai bias yang besar, maka metode Nakayasu tidak dapat digunakan /diterapkan pada Sungai Muke.

Disarankan untuk pemeliharaan pos ukur tinggi muka air, sehingga tidak terjadi kesalahan pengamatan dan penyajian data serta memasang stasiun pos hujan pada DAS tersebut untuk menghitung curah hujan yang terjadi pada DAS, agar membantu dalam perhitungan debit dan perencanaan irigasi, serta ketersediaan stasiun pos hujan di lokasi tempat penulis melakukan penelitian agar membantu dalam perhitungan debit kedepannya dengan lebih akurat.

Ucapan terima kasih

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, tugas akhir tidak dapat terselesaikan. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak Dr. Judi K Nasjono, ST., MT sebagai dosen pembimbing I dan Bapak Elia Hunggurami, ST., M.Eng sebagai dosen pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama menempuh pendidikan di Teknik Sipil Undana, seluruh pengajar dan pegawai Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nuca Cendana khususnya Program Studi Teknik Sipil, keluarga tercinta, Teman-teman angkatan 2014 serta semua pihak yang tidak disebutkan satu persatu untuk segala bentuk dukungan dan doa .

Daftar Pustaka

- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air. Bogor*: Institut Pertanian Bogor.
- Asdak, Chay, 2002, *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Indarto. 2010. *Hidrologi; Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Kamiana. 2012. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Natakusumah, D.K., Hatmoko, W., Harlan, D. 2011 *Prosedur Umum Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis dengan Cara ITB dan Beberapa Contoh Penerapannya*. Institut Teknologi Bandung
- Seyhan, E. 1990. *Dasar-Dasar Hidrologi* Terjemahan S. Subagyo. Penerbit: Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Sri Harto Br, 2000. *Hidrologi : Teori, Masalah, Penyelesaian*. Nafiri Offset. Yogyakarta.
- Subramanya, K, 1984, *Engineering Hydrology*, New Delhi: McGraw-Hill.
- Triatmodjo, B, 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta.
- Wahyuningrum Nining, dkk. 2007. *Aplikasi Sistem Informasi Geografis Untuk Perhitungan Koefisien Aliran Permukaan: Studi Kasus Sub DAS Ngunut I Jawa Tengah*, Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam, Vol. IV, No. 6: 561-571.