



## Identifikasi Sub DAS Rawan Banjir dengan Metode Cendana (Studi Kasus: DAS Aesesa pada Wilayah Sungai Flores)

Denik Sri Krisnayanti\*, Yukti Ananda, Wilhemus Bunganaen, Ralno Robson Klau

Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang

\*)denik.krisnayanti@staf.undana.ac.id

Received: 14 Agustus 2023 Revised: 14 Desember 2023 Accepted: 8 Januari 2024

### Abstract

*The Aesesa watershed is the largest watershed in the Flores River Basin located in Ngada Regency and Nagekeo Regency, with a watershed area of 1,169.24 km<sup>2</sup> and a main river length of 66.92 km. The Aesesa watershed consists of 13 sub-watersheds with varying shapes and complex characteristics. This makes the Aesesa watershed potentially prone to flooding. The purpose of this study is to identify the potential for flooding from sub-watersheds in the Aesesa watershed using the Cendana method. The data used include morphometry data, watersheds, and maps. In using the Cendana method, the input parameters taken into account are watershed area (A), main river length (L), annual maximum daily rainfall, watershed shape, river density (D), river slope (s), Nakayasu a value, channel roughness (n), curve number value (CN), and land cover. Then from the calculation of the data, value weighting will be carried out to identify flood vulnerability. The results of this study show that the weighting for 13 sub-watersheds in the Aesesa watershed is on average in the high category with a range value of 2.30 – 2.70. From this result, it is expected that mitigation and adjustment efforts can be made, especially in sub-watersheds that are already high with a weight value of 2.70 to reduce the magnitude of losses due to flooding.*

**Keywords:** Curve Number, morphometry, mitigation, nakayasu

### Abstrak

*DAS Aesesa merupakan Daerah Aliran Sungai (DAS) terbesar yang berada di Wilayah Sungai (WS) Flores yang terletak di daerah Kabupaten Ngada dan Kabupaten Nagekeo, dengan luas sebesar 1.169,24 km<sup>2</sup> dan panjang sungai utama 66,92 km. DAS Aesesa terdiri dari 13 sub DAS dengan bentuk yang bervariasi, sehingga DAS Aesesa memiliki karakteristik yang kompleks. Hal ini membuat DAS Aesesa berpotensi rawan banjir. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi potensi rawan banjir dari sub DAS yang ada pada DAS Aesesa dengan menggunakan Metode Cendana. Data yang digunakan meliputi data morfometri DAS, dan peta. Dalam penggunaan Metode Cendana input parameter yang diperhitungkan yaitu : luas DAS (A), panjang sungai utama (L), HHMT, bentuk DAS, kerapatan sungai (D), kemiringan sungai (s), nilai a Nakayasu, kekasaran saluran (n), nilai curve number (CN), dan tutupan lahan. Kemudian dari perhitungan data tersebut dilakukan pembobotan nilai untuk mengidentifikasi kerawanan banjir. Hasil penelitian ini menunjukkan dari pembobotan untuk 13 sub DAS yang ada pada DAS Aesesa rata – rata berada dikategori tinggi dengan nilai range berada di 2,30 – 2,70. Dari hasil ini diharapkan upaya – upaya mitigasi dan penyesuaian bisa dilakukan terutama pada sub DAS yang terkategori tinggi dengan nilai bobot 2,70 untuk mengurangi besarnya kerugian akibat banjir.*

**Kata kunci :** Curve number, morfometri, mitigasi, nakayasu

### Pendahuluan

Berbagai model untuk mengidentifikasi daerah rawan banjir telah banyak diterapkan di lapangan. Minimnya ketersediaan data curah hujan dan tipe penggunaan lahan seringkali menjadi kendala dalam

penyusunan peta bahaya banjir. Metode penilaian resiko banjir pernah dilakukan dengan menggunakan indeks resiko berdasarkan indeks curah hujan, indeks sungai dan danau, indeks topografi, indeks kepadatan penduduk dan indeks kepadatan PDB ekonomi. Indeks resiko dan indeks

kerentanan ini menghasilkan indeks risiko banjir dengan memperhitungkan nilai *curve number* untuk mendapatkan debit puncak dari pada suatu daerah aliran sungai (DAS) (Denghua *et al.*, 2017). Metode lain untuk mengidentifikasi potensi rawan banjir adalah metode Cendana. Identifikasi potensi rawan banjir pada suatu DAS ini juga mengacu pada sidik cepat degradasi sub DAS (Paimin *et al.*, 2010).

Metode ini dikembangkan dan telah dipatenkan oleh Krisnayanti (2021) yang berfungsi untuk mengidentifikasi DAS di NTT yang memiliki potensi rawan banjir. Dalam melakukan identifikasi ini digunakan *input* parameter karakteristik DAS seperti, luas DAS, panjang sungai utama, hujan harian maksimum tahunan, bentuk DAS, kerapatan sungai, kemiringan sungai, nilai  $\alpha$  Nakayasu, kekasaran saluran, tutupan lahan dan nilai *curve number*. Luas DAS berpengaruh pada debit sungai. Besar luasan DAS berbanding lurus dengan laju dan volume aliran permukaan. Hal ini berkenaan dengan waktu konsentrasi dan penyebaran atau intensitas hujan (Triatmodjo, 2008), sedangkan luas DAS diklasifikasikan menjadi lima kategori (Indrapraja, 2020). Ada juga pendapat peneliti lain bahwa faktor yang mempengaruhi besarnya limpasan permukaan adalah karakteristik topografi DAS, bentuk dan ukuran DAS, kemiringan lereng, karakteristik tata guna lahan dan karakteristik geologi (Dharmananta *et al.*, 2019).

Bentuk DAS berpengaruh terhadap durasi konsentrasi air hujan yang bergerak menuju muara (*outlet*), dan terhadap pola aliran, ketajaman puncak (*discharge*) banjir, dan sulit untuk dinyatakan dalam bentuk kuantitatif. Bentuk DAS dipengaruhi oleh pola sungai dan berhubungan dengan aliran sungai yang dapat mempengaruhi kecepatan terpusatnya aliran sungai. Bentuk DAS dibagi menjadi empat bagian yaitu memanjang/bulu burung, radial/kipas/lingkaran, paralel/sejajar, dan kompleks/kombinasi (Sinukaban, 2007). Bentuk memanjang karena sungai utama yang memanjang bersamaan dengan anak-anak sungai yang menyebabkan aliran air sungai langsung masuk ke sungai utama seperti bulu burung. Untuk DAS radial terjadi karena arah luar sungai seolah-olah berpusat pada satu titik, sehingga menyerupai gambar radikal atau kipas atau lingkaran.

Hal yang perlu diperhatikan adalah akibat bentuk DAS yang berpusat ada satu titik maka kerentanan akan terjadinya banjir dalam skala besar. Ini dikarenakan waktu yang diperlukan oleh aliran yang datang dari segala penjuru dari alur sungai membutuhkan waktu yang hampir bersamaan. Untuk DAS paralel, karena terlihat seperti dua jalur sub DAS yang bersatu di bagian hilir. Sedangkan DAS yang kompleks / kombinasi terjadi akibat

gabungan dasar dua DAS atau lebih dari bentuk DAS, yang berpengaruh terhadap bentuk hidrograf aliran pada DAS tersebut.

Panjang sungai utama merupakan salah satu faktor penting dalam analisis debit banjir pada suatu DAS. Semakin panjang sungai, maka jarak antara tempat jatuhnya hujan dengan *outlet* akan semakin besar, sehingga waktu yang diperlukan air hujan untuk mencapai *outlet* lebih lama dan dengan demikian akan menurunkan debit puncak (Asdak, 2010).

Kemiringan sungai adalah hubungan antara elevasi dasar sungai dan jarak yang diukur sepanjang sungai mulai dari hulu sampai dengan muara. Semakin curam suatu kemiringan lahan akan menghasilkan kecepatan dan volume aliran permukaan yang lebih tinggi begitu pun sebaliknya (Dharmananta *et al.*, 2019). Kemiringan DAS ini mempengaruhi limpasan permukaan yang terjadi (Buakhao *et al.*, 2016). Kerapatan sungai merupakan suatu angka indeks yang menerangkan tentang banyaknya anak sungai pada suatu DAS. Besaran nilai kerapatan aliran berbanding lurus dengan sisem pengaliran, yaitu makin besar jumlah air larian maka kapasitas infiltrasi semakin kecil sehingga semakin kecil pula jumlah air tanah yang tersimpan di daerah tersebut. Kerapatan sungai dapat diketahui dari rasio total panjang jaringan sungai terhadap luas DAS (Ramdan, 2004).

Kekasaran DAS adalah hubungan antara kerapatan sungai dengan selisih elevasi di hulu dan di hilir (*outlet*) pada suatu DAS. Semakin tinggi nilai selisih elevasi di hulu dan hilir maka semakin besar kekasaran DAS tersebut. Daerah pegunungan relatif tinggi dan terjal menunjukkan bahwa nilai kekasaran DAS yang tinggi (Triatmodjo, 2008). Nilai ( $\alpha$ ) Nakayasu merupakan parameter hidrograf yang menggambarkan karakteristik suatu DAS. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dan proporsional dengan kondisi karakteristik di Indonesia perlu melakukan kalibrasi parameter  $\alpha$  (Limantara, 2010). Informasi tutupan lahan merupakan salah satu faktor penting dalam perencanaan hidrologi.

Tutupan lahan dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu daerah bervegetasi dan daerah tak bervegetasi. Daerah hutan dengan vegetasi yang lebat memiliki kapasitas infiltrasi yang besar sehingga akan menghasilkan limpasan yang kecil. Sebaliknya dengan vegetasi jarang maupun tak bervegetasi memiliki kapasitas infiltrasi yang rendah sehingga akan menghasilkan limpasan permukaan yang besar. Perubahan tutupan lahan pada suatu DAS akan mempengaruhi besarnya limpasan permukaan (Jayadi *et al.*, 2015; Pratama *et al.*, 2016). Tutupan lahan juga berpengaruh

terhadap nilai *curve number* yaitu nilai yang menunjukkan besarnya limpasan permukaan yang terjadi atau besarnya kapasitas infiltrasi akibat curah hujan yang terjadi (Nasjono *et al.*, 2018; Ideawati *et al.*, 2015).

Kerawanan banjir pada suatu daerah umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor selain dari potensi curah hujan juga disebabkan oleh aspek sosial dan aspek fisik. Kerawanan banjir merupakan suatu kemungkinan potensi kerugian yang ditimbulkan oleh bahaya di suatu wilayah dalam kurun waktu tertentu. Kerawanan banjir bisa diketahui melalui analisis terhadap data hidrologi yang terukur seperti data hidrogeologi, data hujan, data tata guna lahan, dan karakteristik DAS (PP No. 37, 2012).

DAS Aesesa merupakan DAS terbesar di Wilayah Sungai (WS) Flores yang terletak di daerah Kabupaten Ngada dan Kabupaten Nagekeo, dengan luas 1.169,24 km<sup>2</sup> dan panjang sungai utama sebesar 66,92 km. DAS Aesesa terdiri dari 13 sub DAS dengan bentuk pola aliran yang bervariasi, yaitu pola memanjang, radial, paralel dan ada juga yang berbentuk kompleks. Hal ini membuat DAS Aesesa berpotensi terkategori rawan banjir (Klau, 2021). Tingkat intensitas curah hujan di kawasan Flores Barat lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat intensitas curah hujan di Flores Timur (Krisnayanti, 2019). Sehingga, penting untuk mengidentifikasi potensi banjir yang terjadi pada DAS Aesesa dengan menggunakan suatu metode yang ada, kemudian diperhitungkan dengan baik agar nantinya upaya mitigasi dan penyesuaian bisa dilakukan dengan tujuan mengurangi dampak kerugian yang disebabkan oleh banjir. Penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi sub DAS rawan banjir pada DAS Aesesa di Wilayah Sungai Flores dengan menggunakan Metode Cendana.

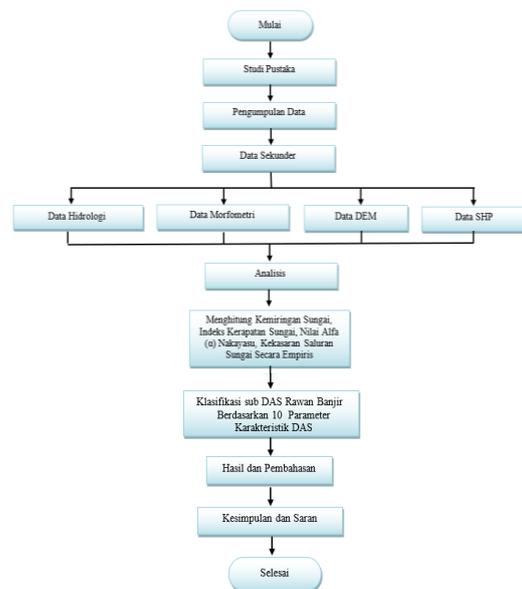
### Metode Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa langkah dengan diagram alir sebagai Gambar 1. Pengolahan data dilakukan dengan digitasi pada *software* ArcGIS 10.8 dan juga perhitungan secara empiris. Untuk tahap awal pengolahan data *input* parameter yang digunakan dalam Metode Cendana meliputi analisis hujan harian maksimum tahunan. Data curah hujan yang digunakan dari lima pos hujan yaitu Pos Hujan Waepena, Kajumbawa Uluwae, Boasaby Mbay, Bomari Bokani, dan Buluha, dengan data yang terpanjang 13 tahun (2010-2022) yang dapat dilihat pada Gambar 2.

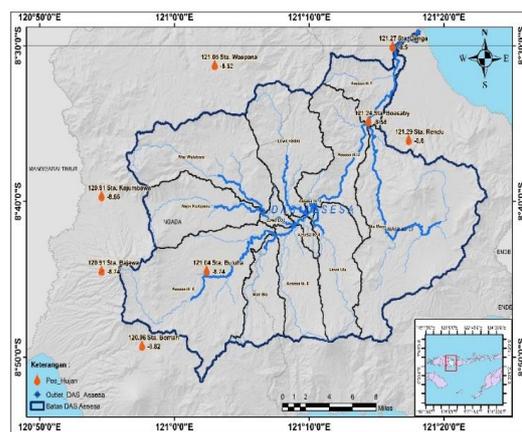
Klasifikasi tingkat bahaya banjir dengan Metode Cendana disajikan pada Tabel 1, dan data karakteristik sungai di Nusa Tenggara Timur

berdasarkan parameter, nilai dan bobotnya disajikan pada Tabel 2.

Untuk pemeriksaan data curah hujan harian maksimum tahunan (HHMT), digunakan uji *outlier* dan dilakukan rekapitulasi data harian dengan mengambil data hujan tertinggi dalam periode setiap bulannya dalam satu tahun. Selanjutnya luas DAS, panjang sungai utama, panjang anak sungai, bentuk sub-DAS/DAS, tutupan lahan, nilai *curve number*, didapatkan melalui proses digitasi menggunakan *Software* ArcGIS 10.8.



Gambar 1. Bagan alir penelitian



Gambar 2. Peta lokasi pos hujan kawasan DAS Aesesa

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Bahaya Banjir

Nilai	Tingkat kerawanan
> 3.00	Sangat tinggi
2.00 - 3.00	Tinggi
1.00 - 2.00	Sedang
< 1.00	Rendah

Sumber : Krisnayanti *et al.*, 2023

Tabel 2. Data morfometri sungai di NTT

No	Parameter	Nilai	Bobot
1 Karakteristik Morfometri DAS			
a.	Luas DAS	< 250	km <sup>2</sup> 1
		250 - 500	km <sup>2</sup> 2
		500 - 1000	km <sup>2</sup> 3
		> 1000	km <sup>2</sup> 4
b.	Panjang sungai utama	< 15	km 1
		15 - 40	km 2
		40 - 65	km 3
		> 65	km 4
c.	Kemiringan sungai utama	< 0.05	1
		0.05 - 0.20	2
		0.20 - 0.35	3
		> 0.35	4
d.	Bentuk DAS	Kompleks	1
		Memanjang	2
		Paralel	3
		Radial	4
e.	Kerapatan sungai	< 0.25	1
		0.25 - 0.50	2
		0.50 - 0.75	3
		> 0.75	4
2 Karakteristik Hidrologi DAS			
a.	HHMT	< 25	mm 1
		25 - 50	mm 2
		50 - 75	mm 3
		> 100	mm 4
b.	Nilai $\alpha$ HSS Nakayasu	1.50 - 1.75	1
		1.75 - 2.00	2
		2.00 - 2.50	3
		2.50 - 3.00	4
c.	Kekasaran Salura dan DAS	> 0.08	1
		0.06 - 0.08	2
		0.03 - 0.06	3
		< 0.03	4
d.	Tutupan lahan	Kerapatan tajuk lebat > 70%	1
		Kerapatan tajuk sedang 50-69%	2
		Kerapatan tajuk jarang 25-50%	3
		Kerapatan tajuk kritis < 25%	4
e.	Nilai Curve Number (CN)	A. (sand, loamy sand or loam)	1
		B. (silt or loam)	2
		C. (sandy clay loam)	3
		D. (clay loam, silt clay loam, sandy clay or clay)	4

Sumber : Krisnayanti et al., 2023

Kemiringan sungai utama dapat diketahui dengan menggunakan Persamaan 1, dan kerapatan sungai (*drainage density*) dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.

$$S = \frac{\sum H}{L} \quad (1)$$

$$D_d = \frac{\sum L}{A} \quad (2)$$

Dimana,  $S$  adalah kemiringan sungai utama,  $\sum H$  adalah elevasi sungai dari hulu menuju outlet (m)

dan  $L$  adalah panjang sungai utama (m). Sedangkan  $D_d$  adalah indeks kerapatan aliran sungai ( $\text{km}/\text{km}^2$ ),  $\sum L$  adalah total panjang seluruh sungai dalam DAS yang ditinjau (km) dan  $A$  adalah luas DAS ( $\text{km}^2$ ).

Nilai Alfa ( $\alpha$ ) Nakayasu menggunakan Persamaan 3 dan 4 (Krisnayanti et al., 2019). Kekasaran saluran DAS dihitung menggunakan Persamaan 5.

$$\alpha = 0,47*(A)^{0,036}*(L)^{0,597}/(Tg) \quad (3)$$

$$Tg = 0,4+(0,058*L) \quad (4)$$

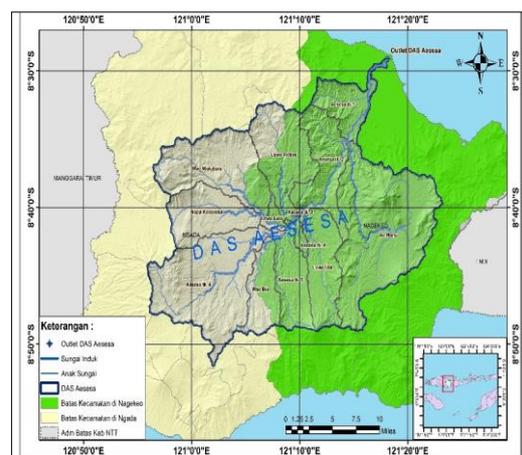
$$n (1 + A_f/A) \quad (5)$$

Dimana,  $A$  adalah luas DAS ( $\text{km}^2$ ), adalah panjang sungai utama (km), dan  $Tg$  adalah waktu yang diperlukan dari titik berat hujan untuk sampai ke puncak atau waktu kelambatan (jam).  $n$  adalah koefisien kekasaran DAS (0,035),  $A_f$  adalah luas hutan ( $\text{km}^2$ ), sedang  $A$  adalah luas DAS ( $\text{km}^2$ )

## Hasil dan Pembahasan

### Karakteristik Daerah Aliran Sungai Aesesa

DAS Aesesa terletak sangat strategis pada wilayah Kabupaten Ngada dan Kabupaten Nagekeo karena membagi kedua wilayah kabupaten tersebut hampir merata terbagi menjadi dua bagian. Wilayah dari inlet DAS sampai ke pertengahan DAS berada di Kabupaten Ngada sementara wilayah dari pertengahan DAS sampai ke outlet berada di Kabupaten Nagekeo. DAS Aesesa melalui hampir merata di seluruh wilayah kecamatan yang ada di kedua wilayah kabupaten tersebut seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Daerah Aliran Sungai Aesesa

Karakteristik sub DAS pada DAS Aesesa setelah dilakukan digitasi dan dianalisis menggunakan software ArcGIS 10.8 dengan data *digital elevation model national* (DEMNAS) berdasarkan topografi terdiri dari 13 sub DAS. Masing-masing sub DAS

memiliki luas yang bervariasi, sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Luas DAS Aesesa**

No	Sub DAS	Luas (km <sup>2</sup> )	Persentase (%)
1	Aesesa tingkat 1	54,53	4,66
2	Aesesa tingkat 2	89,26	7,63
3	Wae Wulubara	138,63	11,86
4	Aesesa tingkat 3	2,15	0,18
5	Napu Kolopenu	86,64	7,41
6	Lowo Redas	106,99	9,15
7	Lowo Lele	10,48	0,90
8	Aesesa tingkat 4	8,91	0,76
9	Ae Manu	263,52	22,54
10	Aesesa tingkat 5	66,48	5,69
11	Lowo Ulu	82,07	7,02
12	Aesesa tingkat 6	203,76	17,43
13	Wae Bia	55,83	4,77
DAS Aesesa		1.169,24	100

**Tabel 4. Panjang sungai induk dan anak sungai**

Nama sub DAS	Panjang sungai (km)
Aesesa tingkat 1	17,22
Aesesa tingkat 2	16,60
Aesesa tingkat 3	3,41
Aesesa tingkat 4	2,90
Aesesa tingkat 5	4,03
Aesesa tingkat 6	22,77
Total panjang sungai induk	66,92
Total panjang anak sungai	298,26
Panjang sungai	365,18

**Tabel 5. Data hujan harian maksimum tahunan (HHMT)**

Tahun	BMKG		BWS NT II		
	Data HHMT (mm)				
	Waepena	Borani	Buluha	Boasaby	Uluwae
2010	152,00	61,00	148,00	75,00	82,00
2011	120,00	75,00	87,00	56,00	46,00
2012	75,00	70,00	56,50	21,00	70,80
2013	139,00	63,00	75,00	64,00	117,00
2014	190,00	74,00	81,50	54,00	142,00
2015	112,00	83,00	66,00	37,00	92,70
2016	148,00	89,00	60,50	67,00	76,90
2017	163,00	56,00	87,50	25,00	237,00
2018	138,00	52,00	98,00	26,00	344,00
2019	100,00	33,00	127,00	25,00	371,00
2020	85,00	95,40	123,00	53,00	144,50
2021	113,00	136,00	94,00	66,00	291,50
2022	78,00	89,40	96,00	76,00	219,50
Rerata	124,08	75,14	92,31	46,73	171,92
Max	190,00	136,00	148,00	76,00	371,00
Min	75,00	33,00	56,55	21,00	46,00

Terlihat pada Tabel 3 bahwa dari 13 sub DAS yang ada maka sub DAS yang memiliki luas terbesar adalah sub DAS Ae Manu, yaitu dengan luas sebesar 263,52 km<sup>2</sup> atau dengan nilai persentase sebesar 22,54%. Sedangkan sub DAS dengan luas terkecil adalah sub DAS Aesesa tingkat 3 dengan luas sebesar 2,15 km<sup>2</sup> atau dengan nilai persentase sebesar 0,18%. Panjang sungai induk dan anak sungai bisa dilihat pada Tabel 4.

Sub DAS yang merupakan sungai induk yang berada di DAS Aesesa meliputi sub DAS Aesesa tingkat 1, sub DAS Aesesa tingkat 2, sub DAS Aesesa tingkat 3, sub DAS Aesesa tingkat 4, sub DAS Aesesa tingkat 5, dan Aesesa tingkat 6.

Selanjutnya dari sungai induk yang ada maka didapatkan hasil akumulasi untuk panjang sungai induk adalah 66,92 km. Total panjang anak sungai yang berada di sub DAS Aesesa tingkat 1 sampai tingkat 6 adalah 298,26 km, sehingga total panjang sungai pada DAS Aesesa adalah 365,18 km.

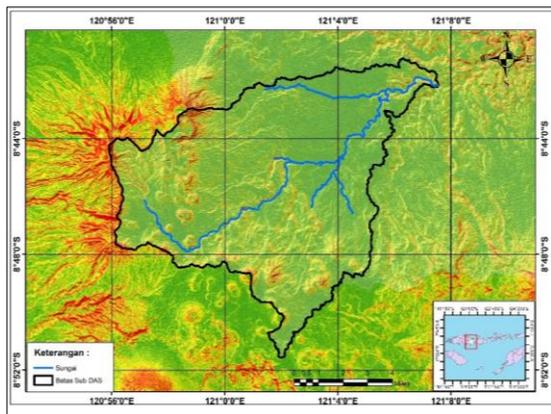
#### Analisis data curah hujan harian maksimum tahunan (HHMT)

Rekapitulasi data HHMT pada masing – masing pos hujan dengan rata – rata panjang data 13 tahun dari tahun 2010 sampai 2022 dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan rekapitulasi tersebut diperoleh HHMT berturut-turut untuk Pos hujan Boasaby adalah sebesar 76.00 mm, Pos hujan Borani 136,00 mm, Pos hujan Buluha dengan nilai 148,00 mm, Pos hujan Uluwae 371,00 mm, dan Pos hujan Waepena sebesar 190,00 mm. Sehingga didapat nilai HHMT adalah sebesar 371 mm.

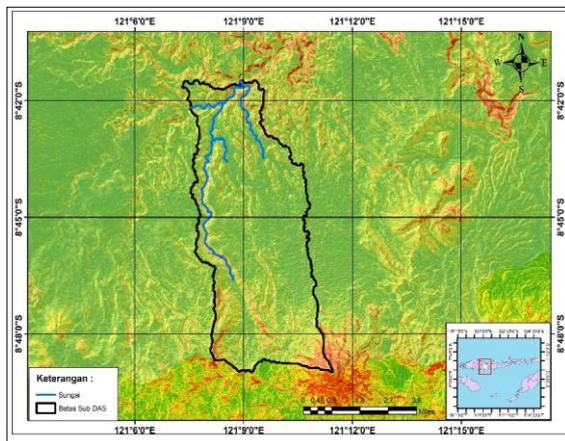
**Bentuk – bentuk Sub DAS Pada DAS Aesesa**

Sub DAS yang memiliki bentuk radial ada 7 sub DAS yakni sub DAS Aesesa tingkat 1, Aesesa tingkat 2, Wae Wulubara, Napu Kolopenu, Lowo Redas, Lowo Ulu dan Aesesa tingkat 6. Peta sub DAS Aesesa tingkat 6 dapat dilihat pada Gambar 4. Sub DAS dengan bentuk memanjang adalah sub DAS Aesesa tingkat 5. Sub DAS tersebut merupakan representatif dari 3 sub DAS pada DAS Aesesa yang memiliki bentuk memanjang untuk kemudian dianalisis. Hasil penggambaran bentuk aliran sub DAS Aesesa tingkat 5 disajikan pada Gambar 5.

Sub DAS dengan bentuk paralel ditemukan pada sub DAS Ae Manu yang juga merupakan satu – satunya sub DAS yang memiliki bentuk paralel. Untuk bentuk sub DAS paralel dapat dilihat pada Gambar 6. Sub DAS dengan bentuk kompleks dapat ditemukan pada sub DAS Aesesa tingkat 3 dan sub DAS Aesesa tingkat 4. Untuk menjelaskan bentuk sub DAS kompleks pada sub DAS Aesesa tingkat 3 dapat dilihat pada Gambar 7. Rekapitulasi bentuk sub DAS yang ada di DAS Aesesa dapat dilihat pada Tabel 6.



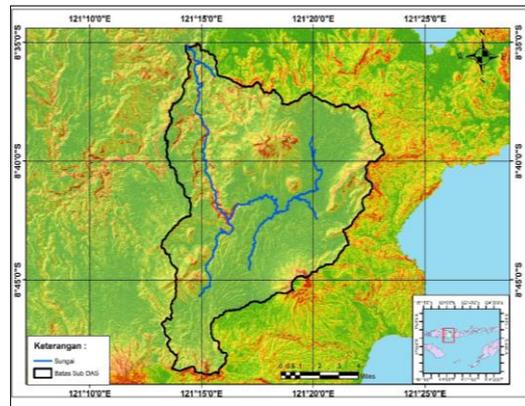
**Gambar 4. Peta Sub DAS Aesesa tingkat 6**



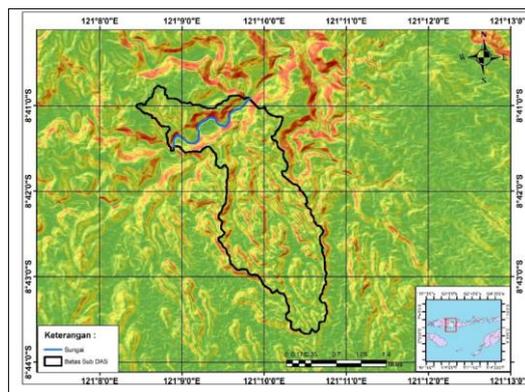
**Gambar 5. Peta Bentuk Sub DAS Aesesa tingkat 5**

**Kerapatan Sungai (Drainage Density)**

Kerapatan nilai aliran merupakan faktor penting dalam menentukan kecepatan air larian (*run off*). Berdasarkan Horton (1949) dalam Ramdan (2004) menyebutkan bahwa kerapatan sungai dengan kerapatan kurang dari 0,7 km/km<sup>2</sup> pada umumnya merupakan DAS jelek atau sering mengalami penggenangan.



**Gambar 6. Peta Bentuk Sub DAS Ae Manu**



**Gambar 7. Peta Bentuk Sub DAS Aesesa tingkat 4**

**Tabel 6. Bentuk-bentuk sub DAS di DAS Aesesa**

No	Nama Sub DAS	Luas sub DAS (km <sup>2</sup> )	Bentuk sub DAS
1	Aesesa tk.1	54,53	Radial
2	Aesesa tk.2	89,26	Radial
3	Wae Wulubara	138,63	Paralel
4	Aesesa tk.3	2,15	Kompleks
5	Napu Kolopenu	86,64	Radial
6	Lowo Redas	106,99	Radial
7	Lowo Lele	10,48	Memanjang
8	Aesesa tk.4	8,91	Kompleks
9	Ae Manu	263,52	Paralel
10	Aesesa tk.5	66,48	Memanjang
11	Lowo Ulu	82,07	Radial
12	Aesesa tk.6	203,76	Radial
13	Wae Bia	55,83	Memanjang

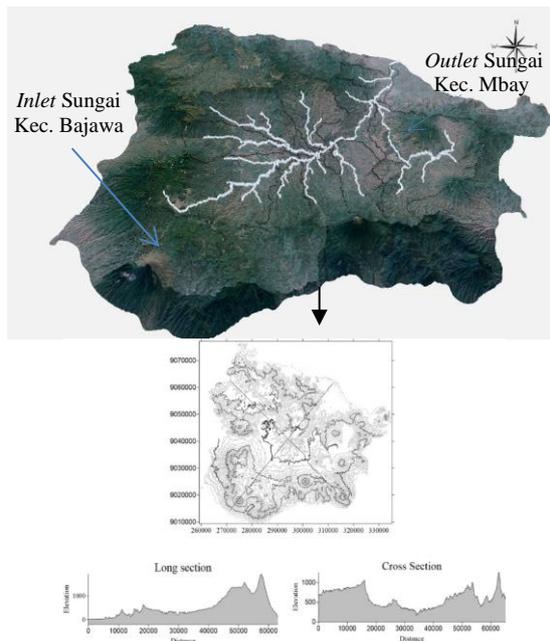
Untuk sungai dengan kerapatan antara 0,73 - 2,74 km/km<sup>2</sup> umumnya memiliki kondisi DAS yang baik atau jarang mengalami penggenangan, sedangkan untuk DAS pada kondisi nilai kerapatan sungai > 2,74 km/km<sup>2</sup> aliran air akan sering mengalami kekeringan. Nilai kerapatan pada masing-masing sub DAS ditunjukkan pada Tabel 7.

**Tabel 7. Nilai Kerapatan Sungai pada sub DAS di DAS Aesesa**

No	Nama Sub DAS	Panjang DAS (km)	Luas DAS (km <sup>2</sup> )	Kerapatan sungai (km/km <sup>2</sup> )
1	Aesesa tk.1	17,216	54,53	0,316
2	Aesesa tk.2	16,603	89,26	0,186
3	Wae Wulubara	9,984	138,63	0,072
4	Aesesa tk.3	3,406	2,15	1,584
5	Napu Kolopenu	8,529	86,64	0,098
6	Lowo Redas	11,922	106,99	0,111
7	Lowo Lele	5,883	10,48	0,561
8	Aesesa tk.4	2,898	8,91	0,325
9	Ae Manu	29,537	263,52	0,112
10	Aesesa tk.5	4,027	66,48	0,061
11	Lowo Ulu	5,278	82,07	0,064
12	Aesesa tk.6	22,773	203,76	0,112
13	Wae Bia	3,158	55,83	0,057

### Kemiringan sungai

Kemiringan sungai atau profil memanjang sungai merupakan hubungan antara elevasi dasar sungai dan jarak yang diukur sepanjang sungai dimulai dari hulu hingga muara dapat dilihat pada Gambar 8. Hasil digitasi nilai kemiringan lereng dari setiap sub DAS di DAS Aesesa disajikan pada Tabel 8.



**Gambar 8. Potongan topografi long section dan cross section DAS Aesesa**

**Tabel 8. Nilai Kemiringan Sungai Pada Sub DAS Di DAS Aesesa**

No	Sub DAS	Panjang sungai (km)	Kemiringan sungai (m/km)
1	Aesesa tingkat 1	17,216	0,002
2	Aesesa tingkat 2	16,603	0,005
3	Wae Wulubara	8,529	0,017
4	Aesesa tingkat 3	9,984	0,014
5	Napu Kolopenu	11,922	0,019
6	Lowo Redas	3,406	0,007
7	Lowo Lele	2,898	0,006
8	Aesesa tingkat 4	5,883	0,008
9	Ae Manu	5,278	0,024
10	Aesesa tingkat 5	4,027	0,006
11	Lowo Ulu	29,537	0,013
12	Aesesa tingkat 6	3,158	0,017
13	Wae Bia	22,773	0,025

### Klasifikasi tutupan lahan

Berdasarkan pada hasil analisis tutupan lahan pada DAS Aesesa diperoleh bahwa DAS Aesesa memiliki 11 jenis tutupan lahan yaitu *airport*, hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, permukiman, perkebunan, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering dan semak, Savana, sawah, semak belukar, dan tubuh air. Tutupan lahan secara jelas dideskripsikan pada Gambar 9. Luas hutan dan persentase pada masing – masing sub DAS pada DAS Aesesa dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9. Luas hutan pada sub – sub DAS Aesesa**

Sub DAS	Luas sub DAS(km <sup>2</sup> )	Luas hutan(%)
Aesesa tingkat 1	54,53	4,578
Aesesa tingkat 2	89,26	10,869
Wae Wulubara	138,63	9,777
Aesesa tingkat 3	2,15	0,000
Napu Kolopenu	86,64	8,282
Lowo Redas	106,99	3,340
Lowo Lele	10,48	2,273
Aesesa tingkat 4	8,91	10,620
Ae Manu	263,52	15,771
Aesesa tingkat 5	66,48	34,861
Lowo Ulu	82,07	39,202
Aesesa tingkat 6	203,76	34,546
Wae Bia	55,83	21,772

### Penentuan Nilai Curve Number (CN)

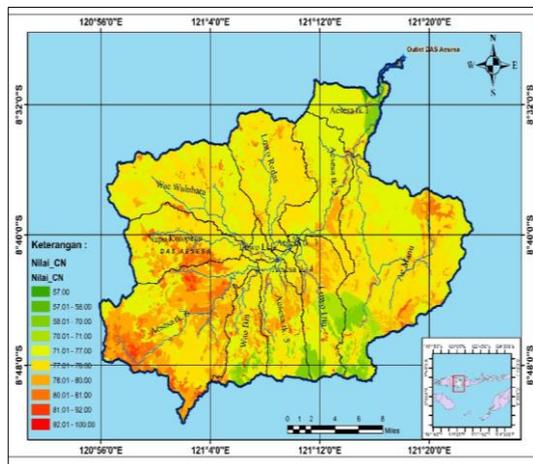
Nilai *curve number* pada DAS Aesesa dapat dilihat pada Gambar 10, dan nilai CN untuk masing – masing sub DAS yang ada pada DAS Aesesa disajikan dalam Tabel 10.



Gambar 9. Tutupan lahan DAS Aesesa

Tabel 10. Nilai CN pada Sub DAS

No	Sub DAS	CN
1	Aesesa tingkat 1	76,20
2	Aesesa tingkat 2	77,85
3	Wae Wulubara	77,67
4	Aesesa tingkat 3	79,30
5	Napu Kolopenu	78,37
6	Lowo Redas	77,86
7	Lowo Lele	78,22
8	Aesesa tingkat 4	78,13
9	Ae Manu	77,34
10	Aesesa tingkat 5	77,27
11	Lowo Ulu	76,08
12	Aesesa tingkat 6	79,41
13	Wae Bia	77,30



Gambar 10. Peta Curve Number (CN) DAS Aesesa

**Perhitungan nilai Alfa Nakayasu, dan kekasaran Sub DAS Aesesa**

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai alfa Nakayasu menggunakan Persamaan 3 dan 4. Dari hasil hitungan didapatkan nilai alfa Nakayasu untuk setiap sub DAS di DAS Aesesa sebagai yang disajikan pada Tabel 11. Sedangkan untuk perhitungan nilai kekasaran DAS disajikan pada

Tabel 12. Tampak bahwa nilai kekasaran DAS Aesesa berkisar 0,04-0,05.

Tabel 11. Nilai alfa Nakayasu sub DAS pada DAS Aesesa

Sub DAS	Luas (km <sup>2</sup> )	Panjang sungai (km)	Nilai $\alpha$
Aesesa tingkat 1	54,53	17,276	2,121
Aesesa tingkat 2	89,26	16,603	2,169
Wae Wulubara	138,63	9,984	2,265
Aesesa tingkat 3	2,15	3,406	1,681
Napu Kolopenu	86,64	8,529	2,218
Lowo Redas	106,99	11,928	2,237
Lowo Lele	10,48	5,883	1,988
Aesesa tingkat 4	8,91	2,898	1,689
Ae Manu	263,52	29,537	2,052
Aesesa tingkat 5	66,48	4,027	1,982
Lowo Ulu	82,07	5,277	2,106
Aesesa tingkat 6	203,76	22,726	2,138
Wae Bia	55,83	3,158	1,851

Tabel 12. Nilai Kekasaran Saluran Sungai

Sub DAS	Luas (km <sup>2</sup> )	Luas Hutan (km <sup>2</sup> )	Nilai Kekasaran
Aesesa tingkat 1	54,53	2,497	0,04
Aesesa tingkat 2	89,26	9,702	0,04
Wae Wulubara	138,6	13,554	0,04
Aesesa tingkat 3	2,15	0,000	0,04
Napu Kolopenu	86,64	7,175	0,04
Lowo Redas	106,9	3,574	0,04
Lowo Lele	10,48	0,238	0,04
Aesesa tingkat 4	8,91	0,946	0,04
Ae Manu	263,5	41,561	0,04
Aesesa tingkat 5	66,48	23,174	0,05
Lowo Ulu	82,07	32,174	0,05
Aesesa tingkat 6	203,7	70,391	0,05
Wae Bia	55,83	12,156	0,04

Tabel 13. Bobot Rawan Banjir sub DAS Ae Manu

Sub DAS Ae Manu			
Parameter	Nilai	Satuan	Bobot
Luas Sub DAS	263,52	km <sup>2</sup>	2
Panjang sungai utama	29,537	km	2
HHMT	372,00	mm	4
Bentuk DAS	Paralel	-	3
Kerapatan sungai	0,226	km/km <sup>2</sup>	1
Kemiringan sungai	0,013	m/km	1
$\alpha$ HSS Nakayasu	2,052	-	3
Kekasaran Saluran dan DAS	0,04	-	3
Curve Number(CN)	77,34	-	4
Tutupan Lahan	Kritis < 25%	-	4
<b>Rata-rata</b>			<b>2.70</b>

**Tabel 14. Pembobotan potensi rawan banjir**

No	Sub DAS	Nilai Pembobotan
1	Aesesa tingkat 1	2,70
2	Aesesa tingkat 2	2,70
3	Wae Wulubara	2,60
4	Aesesa tingkat 3	2,40
5	Napu Kolopenu	2,60
6	Lowo Redas	2,60
7	Lowo Lele	2,60
8	Aesesa tingkat 4	2,30
9	Ae Manu	2,70
10	Aesesa tingkat 5	2,30
11	Lowo Ulu	2,40
12	Aesesa tingkat 6	2,70
13	Wae Bia	2,40

**Identifikasi SubDAS rawan banjir**

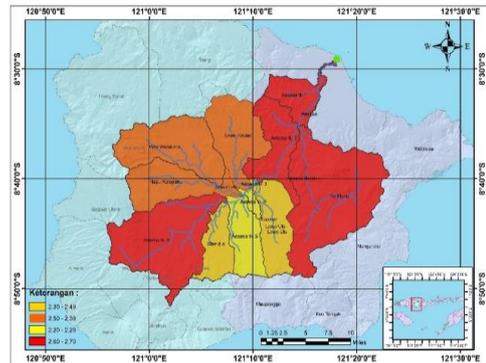
Identifikasi Sub DAS rawan banjir dilakukan dengan pembobotan dan contoh dalam pembobotan untuk sub DAS Ae Manu disajikan pada Tabel 13. Hasil pembobotan untuk 13 sub yang ada di DAS Aesesa disajikan pada Tabel 14. Nilai pembobotan dari 13 sub DAS pada Tabel 14 tersebut kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori tingkat rawan banjir termasuk kategori rendah, sedang, tinggi, atau sangat tinggi seperti yang disajikan pada Tabel 15.

**Tabel 15. Rekapitulasi Klasifikasi Tingkat Bahaya Banjir Pada sub DAS di DAS Aesesa**

Sub DAS	Nilai Pembobotan	Tingkat Kerawanan
Aesesa tingkat 1	2,70	Tinggi
Aesesa tingkat 2	2,70	Tinggi
Wae Wulubara	2,60	Tinggi
Aesesa tingkat 3	2,40	Tinggi
Napu Kolopenu	2,60	Tinggi
Lowo Redas	2,60	Tinggi
Lowo Lele	2,60	Tinggi
Aesesa tingkat 4	2,30	Tinggi
Ae Manu	2,70	Tinggi
Aesesa tingkat 5	2,30	Tinggi
Lowo Ulu	2,40	Tinggi
Aesesa tingkat 6	2,70	Tinggi
Wae Bia	2,40	Tinggi

Tingkat kerawanan untuk 13 sub DAS yang ada di DAS Aesesa semuanya memiliki nilai tingkat kerawanan berada di atas nilai 2,00 dan berada di bawah nilai 3,00 yang artinya tingkat kerawanan pada 13 sub DAS di DAS Aesesa rata – rata terkategori tinggi. Selanjutnya hasil pada Tabel 15 digambarkan pada peta tingkat kerawanan banjir pada sub DAS di DAS Aesesa yang ditunjukkan dalam Gambar 11. Hasil pembobotan tingkat kerawanan banjir pada sub DAS pada DAS Aesesa selanjutnya divalidasi dengan melihat peristiwa –

peristiwa banjir terdahulu melalui *internet* seperti yang ditabulasikan pada Tabel 16.



**Gambar 11. Peta Tingkat Rawan Banjir Pada DAS Aesesa**

**Tabel 16. Bencana di Kab. Nagekeo dan Ngada**

Tahun	Peristiwa banjir ( <i>link</i> )	Lokasi
2016	<i>Kompas.com edisi 10 November 2016</i>	Aesesa tk. 4
2017	<i>VoxNTT. Com edisi 31 Juli 2017</i>	Aesesa tk. 2
2018	<i>VoxNTT. Com edisi 31 Januari 2018</i>	Lowo Ulu
2019	<i>PosKupang.com edisi 7 Januari 2019</i>	Ae MAnu

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil riset mengenai peristiwa yang terjadi ditemukan korelasi dari kedua data dan dapat disimpulkan data tersebut valid. Tentunya penggunaan Metode Cendana sebagai alternatif dalam mengimplementasikan daerah aliran sungai yang rawan banjir di Nusa Tenggara Timur bisa dijadikan informasi awal dalam upaya mitigasi terhadap bencana banjir.

**Kesimpulan**

Karakteristik sub DAS yang memberikan pengaruh signifikan terhadap kerawanan banjir di DAS Aesesa meliputi luas, panjang sungai, kemiringan sungai, bentuk sub DAS dan kerapatan sungai. Nilai pembobotan menggunakan parameter yang diaplikasikan pada Metode Cendana terhadap 13 sub DAS, menunjukkan parameter yang paling berpengaruh yakni bentuk sub DAS, HHMT, nilai CN dan tutupan lahan. Dampak dari akibat kondisi tutupan lahan dan kondisi jenis tanah dengan tingkat permeabilitas rendah membuat DAS Aesesa memiliki potensi *run off* yang lebih besar. Maka, sangat diperlukan kesadaran masyarakat ikut menjaga tutupan lahan pada kawasan DAS agar tidak mengalami degradasi yang berpengaruh terhadap potensi bencana banjir. Dari sisi pemerintah daerah juga perlu melakukan upaya dalam menjaga penggunaan lahan pada sekitar area DAS Aesesa sehingga dapat mencegah terjadinya

alih fungsi lahan secara besar – besaran yang dapat meningkatkan limpasan permukaan. Hal lain yang bisa dilakukan dengan mengeluarkan aturan atau pelarangan terhadap pemanfaatan daerah bantaran sungai dan pengendalian dalam penggunaan lahan di kawasan DAS Aesesa. Metode Cendana ini merupakan salah satu pengendalian banjir non struktur yang termasuk dalam peramalan ataupun peringatan dini dengan memahami karakteristik DAS di Nusa Tenggara Timur. Penggunaan metode lain untuk mengidentifikasi daerah rawan banjir bisa menjadi alternatif juga dalam memahami karakteristik DAS pada wilayah yang ada di Indonesia.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana dan Balai Wilayah Sungai NT II yang telah memberikan kesempatan penulis untuk meneliti dan memperoleh informasi data tentang DAS Aesesa.

## Daftar Pustaka

Asdak, C. (2010). *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Buakhao, W., & Kangrang, A. (2016). DEM resolution impact on the estimation of the physical characteristics of watersheds by using SWAT. *Advances in Civil Engineering*, 2016.

Denghua, Y, Baisha, W, Hao, W, Zhe, Y & Shaohua, L. (2017). *Flood disaster risk response method based on three-layer risk evaluation*, China Patent No. CN106355332A 2017-01-25

Dharmananta, I. D. P. G. A., Suyarto, R., & Trigunasih, N. M. (2019). Pengaruh morfometri DAS terhadap debit dan sedimentasi DAS Yeh Ho. *Agroekoteknologi Tropika*, 8(1), 32-42.

Ideawati, L. F., Limantara, L. M., & Andawayanti, U. (2015). Analisis perubahan bilangan kurva aliran permukaan (runoff curve number) terhadap debit banjir di das lesti. *Jurnal Teknik Pengairan*, 6(1), 37-45.

Indrapraja, L., Noerhayati, E., & Rachmawati, A. Kajian Karakteristik Fisik & Hidrologi Daerah Aliran Sungai Konto Hulu Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. *Jurnal Universitas Islam Malang*, 8(4), 252-269.

Jayadi, R. (2005). Optimasi Tata Guna Lahan dan Penerapan Rekayasa Teknik dalam Analisa Banjir di Daerah Aliran Sungai: Studi Kasus Daerah

Aliran Sungai Ciliwung di Hulu di Bendung Katulampa. *Manusia dan lingkungan*, 12(2), 53-61.

Klau, R. R. (2021). Model Kerentanan Banjir Di Wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Aesesa Menggunakan Hec-HMS [Tesis]. Kupang : Universitas Nusa Cendana

Krisnayanti, D. S., Frans, J. H. & Halema, E. U. M. (2019). Analisis Parameter Alfa Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Pada DAS di Pulau Flores. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(2). pp. 227–240.

Krisnayanti, D.S. & Nasjono, J K. (2021). *Metode Menganalisis Daerah Aliran Sungai yang Rawan Banjir di NTT*, Paten Sederhana Indonesia No. IDS000004466

Krisnayanti, D S & Rozari, PD. (2023). *Karakteristik Daerah Aliran Sungai di Nusa Tenggara Timur, Lakeisha, Klaten Jawa Tengah*.

Limantara, L. M. (2010). *Hidrologi Praktis*. Bandung: CV Lubuk Agung.

Nasjono, J. K., Utomo, S. & Marawali, U.D.B. (2018). Keandalan Metode Soil Conservation Service-Curve Number Untuk Perhitungan Debit Puncak DAS Manikin. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2). 183–192.

Paimin, Sukresno, & Purwanto. (2010). *Sidik Cepat Degradasi Sub Daerah Aliran Sungai*. (A. N. Gintings, Ed.) (2nd ed.). Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi.

Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 Tentang *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*.5

Pratama, W. dan Yuwono, S. B. (2016). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Karakteristik Hidrologi DAS Bulok. *Jurnal Sylva Lestari*.

Ramdan, Hikmat. (2004). *Prinsip Dasar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Sumedang: Laboratorium Ekologi Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Winaya Mukti

Sinukaban, N. (2007). *Karakteristik Hidrologi dan Daur Limpasan Permukaan Daerah Aliran Sungai Ciliwung. Konservasi Tanah dan Air Kunci Pembangunan Berkelanjutan*. Direktorat Jendral RLPS Departemen Kehutanan.

Triatmodjo, Bambang. (2008). *Hidrologi Terapan*. Cetakan Kedua. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.