



KAJIAN KONDISI DEBIT DAS BENANAIN TERHADAP BANJIR SAAT BADAI SIKLON TROPIS SEROJA

DENIK SRI KRISNAYANTI*, ANGELIO A. TAOPAN, DANTJE A.T. SINA,
WILHELMUS BUNGANAEN

Teknik Sipil, Fakultas Sains & Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Nusa Tenggara Timur

**Corresponding author: ✉ denik.krisnayanti@staf.undana.ac.id*

Naskah diterima : 27 November 2023. Disetujui: 30 Januari 2024. Diterbitkan 30 juli 2024.

ABSTRAK

Banjir merupakan peristiwa alam yang sangat sering terjadi. Hal ini terjadi karena intensitas curah hujan yang meningkat dengan durasi yang panjang, adanya perubahan tata guna lahan dan perbuatan manusia yang merusak alam. Banjir bandang yang terjadi di DAS Benanain saat terjadi badai siklon tropis Seroja mengakibatkan banyak korban jiwa serta terputusnya Jembatan Benanain yang menghubungkan Kecamatan Weliman dan Kecamatan Malaka Tengah. Banjir terjadi akibat meluapnya Sungai Benanain pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Benanain yang memiliki luas DAS mencapai 3.182,59 km². Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai debit di DAS Benanain saat terjadi badai siklon tropis Seroja. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hujan dari 10 stasiun hujan dengan panjang data 22 tahun mulai dari tahun 2000-2021. Metode yang digunakan dalam menghitung distribusi curah hujan yaitu metode distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson Tipe III dan Gumbel. Untuk menghitung debit banjir menggunakan metode HSS SCS-CN. Nilai debit banjir dikalibrasi menggunakan perbandingan dengan metode HSS Snyder-Green&Ampt. Aplikasi yang digunakan dalam analisis ini yaitu HEC-HMS. Hasil debit banjir diuji dengan membandingkan grafik hidrograf antara metode HSS SCS-CN dan metode HSS Snyder-Green&Ampt. Nilai debit kala ulang pada DAS Benanain metode HSS SCS-CN untuk kala ulang 100 tahun 3891,2 m³/det, kala ulang 500 tahun 4982,4 m³/det, kala ulang 1000 tahun 6063,5 m³/det. Nilai debit kala ulang dengan metode HSS Snyder-Green&Ampt untuk kala ulang 100 tahun 4115,3 m³/det, kala ulang 500 tahun 4983,8 m³/det, kala ulang 1000 tahun 5832,9 m³/det. Nilai debit puncak saat Badai Siklon Tropis Seroja dengan metode HSS SCS-CN adalah 4189,7 m³/det dan dengan metode HSS Snyder-Green&Ampt adalah 4243,1 m³/det. Debit banjir yang terjadi pada saat badai siklon tropis Seroja ini diatas debit kala ulang 100 tahun dan dibawah debit kala ulang 500 tahun. Ini menunjukkan bahwa dampak siklon tropis Seroja pada DAS Benanain memberikan debit banjir yang cukup besar pada outlet Sungai Benanain di Kabupaten Malaka. Kondisi banjir yang cukup besar ini perlu dikaji lanjut terhadap morfometri DAS dan morfologi pada Sungai Benanain.

Kata kunci : Banjir Bandang, Malaka, HEC-HMS, SCS-CN, *Green&Ampt*

1. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama (Asdak, 2007). Menurut PP No. 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan DAS bahwa 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.

DAS Benanain secara geografis berada pada koordinat $124^{\circ} 11' 45,64''$ BT - $125^{\circ} 07' 31,22''$ BT dan $8^{\circ} 56' 33,21''$ LS - $9^{\circ} 58' 34,6''$ LS. DAS Benanain dibagi menjadi 20 sub DAS. Daerah Aliran Sungai Benanain yang memiliki luas ffl 3.182,59 km² meliputi daerah Kabupaten Malaka, Kabupaten Timor Tengah Utara, Kabupaten Timor Tengah Selatan dan sebagian kecil Kabupaten Belu (Fernandez, 2012). Sungai utama dari DAS Benanain adalah Sungai Benanain. Sungai ini merupakan salah satu sungai terbesar dan terpanjang di Provinsi Nusa Tenggara Timur, yang memiliki panjang sungai utama ffl 128 km dan memiliki ffl 92 anak sungai. Bagian paling hulu dari sungai ini adalah di Gunung Mutis dengan elevasi sungai ffl 1400 m dpl dan bermuara di Laut Timor. Salah satu banjir berskala besar di Sungai Benanain pernah terjadi pada 9 Juni 2013. Hal ini disebabkan oleh jebolnya titik tanggul penahan air DAS Benanain dan mengakibatkan terendahnya 9 desa di Kecamatan Malaka Barat, seperti Desa Lasaen, Desa Fafoe, Desa Umatoos, Desa Rabasa Hain, Desa Sikun, Desa Oan Mane, Desa motaulun, Desa Umalor dan Desa Moatain (Suara Pembaruan, 2013). Kemudian pada tanggal 4 April 2021 terjadi lagi banjir besar akibat badai siklon tropis Seroja.

Definisi siklon tropis menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) adalah sistem tekanan rendah yang biasa disebut dengan badai berkekuatan besar. Radius rata-rata siklon tropis mencapai 150 km hingga 200 km. Siklon tropis terbentuk di atas lautan luas dengan suhu permukaan air laut hangat, lebih dari $26,5^{\circ}\text{C}$. Rata-rata kecepatan angin yang berputar di dekat pusatnya memiliki kecepatan angin lebih dari 63 km/jam (BMKG, 2009). Di Atlantik Utara, Pasifik Utara tengah, dan Pasifik Utara bagian timur, istilah Hurricane digunakan. Jenis gangguan yang sama di Pasifik Barat Laut disebut Typhoon. Sedangkan di Pasifik Selatan dan Samudera Hindia, istilah umum siklon tropis digunakan. Sudah cukup banyak siklon tropis di Indonesia yang pernah dicatat oleh BMKG antara lain siklon tropis Durga, Anggrek, Bakung, Cempaka, Dahlia, Flamboyan, Kenanga, Lili, Mangga dan Seroja (Thirafi, 2021).

Siklon tropis Seroja adalah siklon yang terjadi di Selatan Nusa Tenggara Timur dan terbentuk pada 4 April 2021 kemudian mereda pada 12 April 2021. Area yang terdampak akibat siklon tropis ini yaitu Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Timor Leste dan Australia Barat. Berdasarkan data dari Biro Meteorologi Australia Pusat Peringatan Siklon Tropis, kecepatan angin maksimal siklon tropis Seroja mencapai 130 km/jam dengan tekanan 971 hPa. Siklon tropis ini mengakibatkan hujan dengan intensitas sedang hingga tinggi disertai petir dan gelombang laut yang tinggi, terjadi di beberapa wilayah Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur. Sebanyak 18 kabupaten/kota di Provinsi NTT terdampak bencana alam badai siklon tropis Seroja termasuk kabupaten yang dilalui Sungai Benanain yaitu Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS), Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU), Kabupaten Malaka, dan Kabupaten Belu. Luapan Sungai Benanain akibat siklon tropis Seroja mengakibatkan 11 orang di Kabupaten Malaka meninggal dunia, Jembatan Benanain dengan bentang sepanjang 100 m putus serta sebanyak 23 desa terendam banjir.

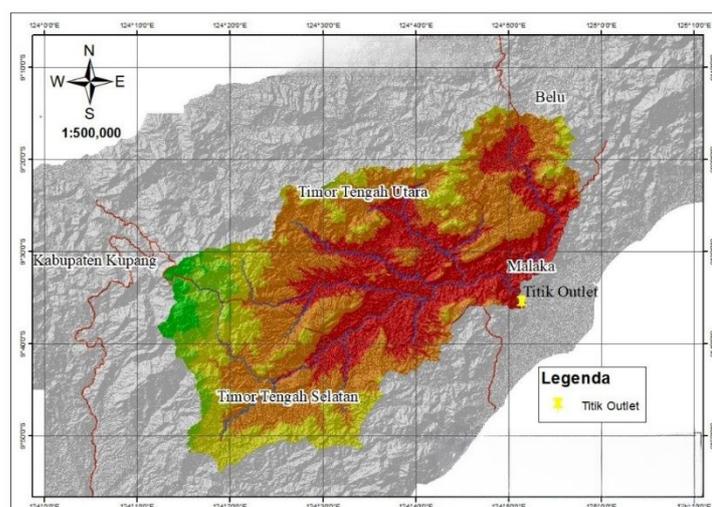
Dalam penghitungan debit banjir ini digunakan Metode HSS Soil Conservation Service Curve Number (SCS - CN) dan Green-Ampt. Metode SCS Curve Number dan Green-Ampt mengembangkan model kehilangan (loss model) sebagai komponen utama dalam pemodelan limpasan dan banjir. Metode HSS SCS CN adalah metode yang didasarkan pada model hujan-limpasan dengan mengasumsikan adanya abstraksi awal berdasarkan nilai curve number. Metode Green Ampt merupakan salah satu metode yang lebih kompleks yang diasumsikan mampu memberikan estimasi yang lebih baik mengenai dampak penggunaan lahan terhadap limpasan (Kabiri dkk., 2013).

Untuk penggunaan metode HSS SCS CN dan metode Green Ampt sudah pernah dilakukan di DAS Klang - Malaysia (Kabiri dkk., 2013), DAS Kundahpallam - India (Viji dkk., 2015), dan sub DAS Cisadane Hulu di Indonesia (Delani dkk., 2016). Penelitian menghitung nilai Curve Number (CN) dan debit banjir kala ulang pada DAS Benanain sudah pernah dilakukan sebelumnya. Nilai CN yang diperoleh adalah sebesar 56,55 sampai 73,90 (Krisnayanti dkk., 2021). Untuk perhitungan debit pada DAS Benanain dengan kala ulang 100 tahun 3407,1 m³/det, kala ulang 500 tahun 4619 m³/det dan kala ulang 1000 tahun 5794,50 m³/det (Bunganaen dkk., 2021; Seran, 2019).

Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari nilai debit banjir puncak yang terjadi saat badai siklon tropis Seroja dengan menggunakan Metode HSS SCS-CN dan dibandingkan dengan Metode Green Ampt. Dalam pengerjaan ini akan dibantu dengan Software ArcGis yang memiliki fitur tambahan atau plug-in HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System). Progam HEC-HMS dapat mengubah data curah hujan yang turun pada suatu DAS menjadi debit aliran (run off) dari DAS tersebut.

2. METODA PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak pada Sungai Benanain di Kabupaten Malaka dengan distribusi Daerah Aliran Sungai (DAS) yang diambil adalah DAS Benanain dalam Wilayah Sungai (WS) Benanain. Secara geografis DAS Benanain meliputi wilayah administrasi Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS), Timor Tengah Utara (TTU), Kabupaten Malaka dan Kabupaten Belu. Wilayah DAS Benanain secara geografis berada pada koordinat 124° 11' 45,64" BT - 125° 07' 31,22" BT dan 8° 56' 33,21" LS - 9° 58' 34,6" LS. Titik koordinat outlet penelitian adalah pada 9° 36' 02" LS dan 124° 51' 49" BT dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Jenis Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini adalah hasil dokumentasi dan pengambilan informasi di lapangan. Sedangkan data sekunder dalam penelitian ini adalah data curah hujan harian maksimum tahun 2000-2021 dari Kementerian Pekerjaan Umum Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara II, Peta Tutupan Lahan, Peta Hidrogeologi, Peta Topografi, Peta USDA, Data *Digital Elevation Model* (DEM) Pulau Timor dan titik *outlet* penelitian dengan menggunakan GPS. Analisis debit banjir dilakukan dengan melakukan tahapan penentuan durasi dan distribusi hujan Huff, melakukan perhitungan curah hujan wilayah dengan Poligon Thiessen, menghitung kondisi kelembaban tanah sebelumnya (*Antecedent Moisture Conditions*), dan analisis banjir dengan Hidrograf Satuan Sintetik SCS CN dan *Snyder-Green & Ampt*. Nilai debit dilakukan perbandingan antara Metode SCS-CN dan Metode *Snyder-Green&Ampt* melalui program HEC-HMS.

2.1. ANALISA DATA

2.1.1. Analisis Data Hidroklimatologi

Melakukan rekapitulasi data curah hujan bulanan selama 22 tahun dari tahun 2000-2021 menjadi data curah hujan bulanan maksimum tahunan dari 10 pos hujan yang termasuk dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Benanain.

Tabel 1. Pos Hujan Benanain

No	Nama Pos	Lokasi Pos	Koordinat	Elevasi	Data (Tahun)
1	Pos Hujan Besikama	Kec. Malaka Barat, Kab. Malaka	9° 38' 37,772" LS 124° 54' 39,534" BT	12 mdpl	2000-2021
2	Pos Hujan Boas	Kec. Malaka Timur, Kab. Malaka	9° 26' 51,068" LS 124° 55' 28,792" BT	183 mdpl	2000-2021
3	Pos Hujan Fatumnasi	Kec. Molo Utara, Kab. TTS	9° 38' 53,71" LS 124° 13' 29,40" BT	1511 mdpl	2000-2021
4	Pos Hujan Kefamenanu	Kab. TTU, Kota Kefa	9° 28' 33,824" LS 124° 28' 59,421" BT	450 mdpl	2000-2021
5	Pos Hujan Noelnoni	Kec. Oenino, Kab. TTS	9° 44' 51,34" LS 124° 26' 42,21" BT	565 mdpl	2000-2021
6	Pos Hujan Noemuti	Kec. Miomafo Timur, Kab. TTU	9° 34' 15,46" LS 124° 29' 28,56" BT	260 mdpl	2000-2021
7	Pos Hujan Oenopu	Kec. Biboki Selatan, Kab. TTU	9° 22' 54,95" LS 124° 46' 52,05" BT	470 mdpl	2000-2021
8	Pos Hujan Oe'oh	Kec. Oenino, Kab. TTS	9° 44' 3,40" LS 124° 29' 11,36" BT	396 mdpl	2000-2021
9	Pos Hujan Sukabitetek	Kec. Raimanuk, Kab. Belu	9° 18' 34,94" LS 124° 51' 3,35" BT	344 mdpl	2000-2021
10	Pos Hujan Uaba'u	Kec. Laemanen, Kab. Malaka	9° 26' 20,409936" LS	319 mdpl	2000-2021

2.1.2. Pengisian Data Hujan Kosong

Pengisian data curah hujan yang kosong pada tahun-tahun tertentu dilakukan menggunakan metode *Normal Ratio Method* dengan rumus :

$$P_x = \frac{1}{n} \left(P_A \frac{N_x}{N_A} + P_B \frac{N_x}{N_B} + \dots + P_m \frac{N_x}{N_m} \right) \quad (1)$$

Keterangan :

- P_x = Hujan pada stasiun x yang diperkirakan
 N_x = Hujan normal tahunan di stasiun x
 NA, NB, Nm = Hujan normal tahunan di stasiun A, B dan m
 PA, PB, Pm = Hujan normal tahunan di stasiun A, B dan m
 N = Jumlah stasiun referensi

2.1.3. Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Uji konsistensi data curah hujan dilakukan dengan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS). Berikut ini merupakan persamaan yang digunakan dalam uji konsistensi :

$$S_k^* = \text{Komulatif}(\bar{X} - X) \quad (2)$$

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{S_{tdev}} \quad (3)$$

$$S_{tdev} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X}_i - X)^2}{n}} \quad (4)$$

Keterangan :

- S_k^* = Simpangan mutlak
 S_k^{**} = Nilai konsistensi data
 X_i = Data hujan ke- i
 \bar{X} = Data hujan rata-rata
 S_{tdev} = Deviasi data
 n = Jumlah Data

2.1.4. Analisis Frekuensi Curah Hujan

Melakukan perhitungan frekuensi curah hujan dengan metode yang digunakan yaitu Distribusi Normal, *Log Normal*, *Log Pearson Tipe III*, dan *Gumbel*. Dengan melakukan uji persyaratan statistik, maka dipakai Metode Distribusi *Log Pearson Tipe III*. Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi curah hujan (Limantara, 2010) :

$$\text{Log}X_T = \text{log}\bar{X} + G \times \text{Slog}X \quad (5)$$

$$\text{Log}\bar{X} = \frac{\sum \text{log}X_i}{n} \quad (6)$$

$$\text{Slog}X = \sqrt{\frac{\sum (\text{log}X_i - \text{log}\bar{X})^2}{n-1}} \quad (7)$$

Keterangan :

- $\text{Log}X_T$ = Nilai logaritma curah hujan
 $\bar{\text{Log}}\bar{X}$ = Nilai logaritma curah hujan maksimum rata-rata
 $\text{Slog}X$ = Nilai standar deviasi dari logaritma X
 G = Nilai faktor Kemencengan Skewness
 $\text{Log}X_i$ = Curah hujan ke- i
 n = Banyaknya data

2.1.5. Analisis Debit Banjir

Analisis Debit Banjir menggunakan metode HSS SCS-CN dengan bantuan program HEC-HMS. Penentuan nilai CN dilihat berdasarkan tutupan lahan dari daerah yang ditinjau dan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Klasifikasi CN Berdasarkan Tutupan Lahan

No	TUTUPAN LAHAN	A	B	C	D
1	Hutan Lahan Kering Primer	25	55	70	77
2	Hutan Lahan Kering Sekunder	25	55	70	77
3	Semak/Belukar	29	57	70	77
4	Tanah Terbuka	30	58	71	78
5	Pertanian Lahan Kering	51	67	76	80
6	Savana	30	58	71	78
7	Permukiman	79	86	90	92
8	Hutan Mangrove Sekunder	100	100	100	100
9	Pertanian Lahan Kering Bercampur dengan Semak	51	67	76	80
10	Semak/Belukar Rawa	29	57	70	77
11	Bandara	79	66	90	92
12	Sawah	59	70	78	81

Berikut adalah persamaan dari metode HSS SCS-CN yang digunakan (NEH, 2004):

$$I_a = 0,2 \times S \quad (8)$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (9)$$

Keterangan :

I_a = Abstraksi awal (Kehilangan awal)

S = Potensi retensi maksimum

CN = Curve Number

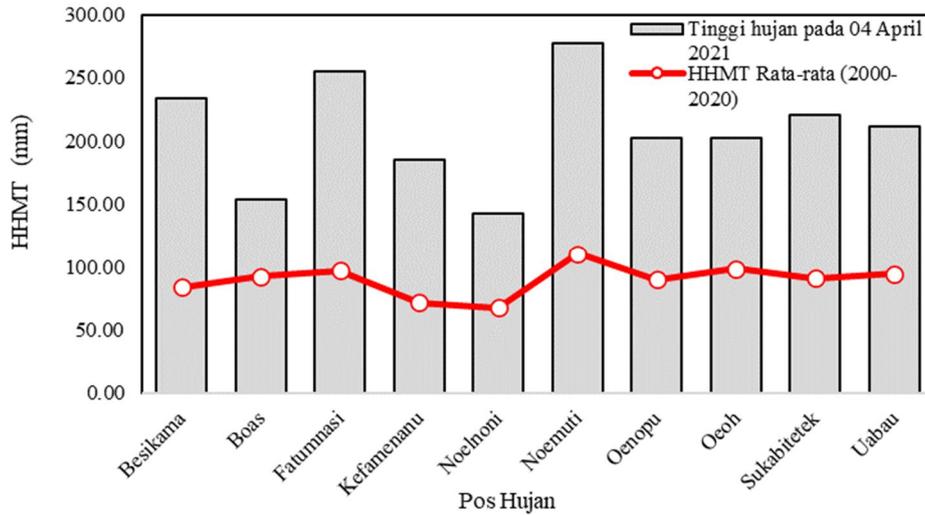
2.1.6. Perbandingan Debit Banjir

Nilai debit dilakukan perbandingan antara Metode SCS-CN dan Metode HSS *Snyder-Green&Ampt* dengan bantuan program HEC-HMS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

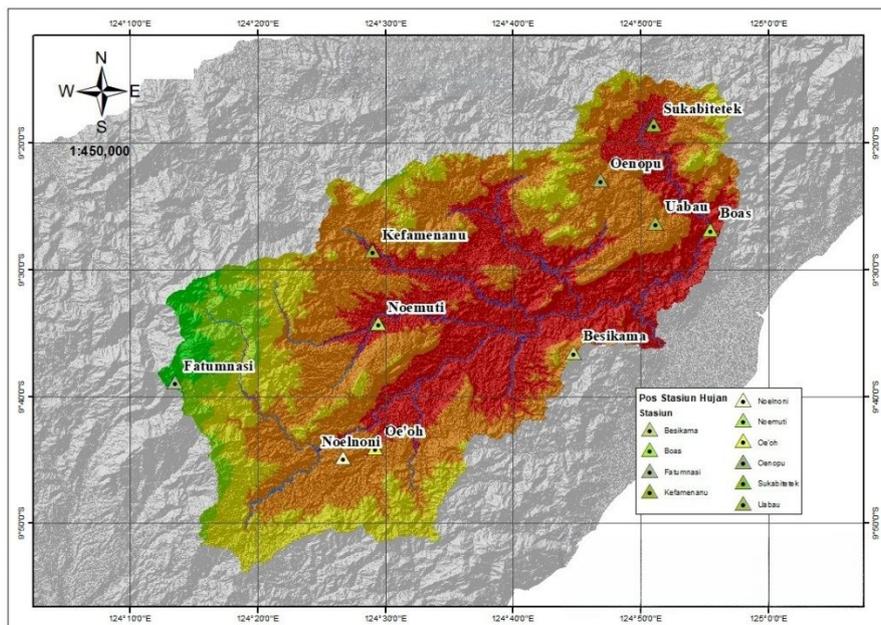
3.1. Data Curah Hujan

Untuk data curah hujan yang digunakan sudah melalui proses pengujian termasuk uji konsistensi data curah hujan dengan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS). Data pos hujan dengan ketinggian titik pos hujan berkisar antara 12 mdpl-1511 mdpl ditabulasikan pada Tabel 1. Untuk data hujan harian maksimum tahunan (HHMT) selama periode tahun 2000-2020 dibandingkan dengan tinggi hujan maksimum yang terjadi saat badai siklon tropis Seroja dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Tinggi Hujan saat Badai Siklon Tropis Seroja dibandingkan HHMT selama Periode 20 Tahun (2000 – 2020)

Untuk letak pos hujan pada DAS Benanain ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Lokasi Pos Stasiun Hujan DAS Benanain

Dengan menggunakan Metode *Distribusi Log Pearson Tipe-III* dihitung nilai curah hujan kala ulang dari 10 pos hujan yang dipilih. Tabel 3. Menunjukkan nilai curah hujan kala ulang dari pos stasiun hujan DAS Benanain.

Tabel 3. Curah Hujan Kala Ulang DAS Benanain

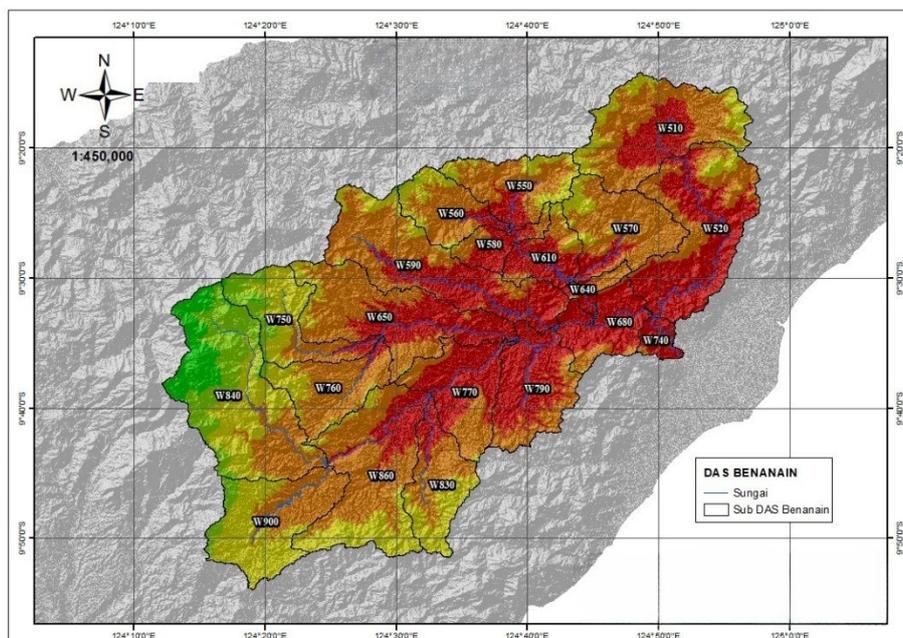
No	Pos Hujan	Curah Hujan (mm) Kala Ulang (Tahun)							
		2	5	10	25	50	100	500	1000
1	Besikama	82,41	136,94	169,16	204,13	226,25	245,24	273,46	294,34
2	Boas	95,72	131,66	147,61	161,30	168,26	173,30	180,94	187,90
3	Fatumnasi	91,63	145,38	183,34	233,29	271,55	310,44	404,69	514,56

No	Pos Hujan	Curah Hujan (mm) Kala Ulang (Tahun)							
		2	5	10	25	50	100	500	1000
4	Kefamenanu	71,26	108,39	130,81	156,38	173,49	189,08	214,15	233,41
5	Noelnoni	68,78	107,56	126,29	143,06	151,82	158,27	168,16	177,31
6	Noemuti	114,89	170,59	198,41	224,83	239,50	250,95	267,48	280,57
7	Oenopu	87,98	118,19	139,87	169,14	192,41	216,94	266,37	310,50
8	Oeoh	95,61	121,75	141,54	169,43	192,42	217,35	270,04	318,55
9	Sukabitetek	87,26	133,13	163,92	202,79	231,56	259,94	311,52	354,61
10	Uabau	89,38	133,24	164,57	206,47	239,26	273,37	340,03	398,70

Nilai curah hujan kala ulang pada **Tabel 3** kemudian digunakan dalam perhitungan nilai debit puncak kala ulang DAS Benanain.

3.2. Debit Puncak Kala Ulang & Debit Seroja

Daerah Aliran Sungai Benanain terbagi menjadi 20 sub DAS dengan penamaan sub DAS menggunakan simbol W diikuti angka sebagai penomoran seperti dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Peta Sub DAS Benanain

DAS Benanain didominasi dengan “Hutan Lahan Kering Sekunder” sebagai tutupan lahan dengan luasan sebesar 1259,09 km² dan besar persentase 39,56%. Jenis tanah hidrologi dari DAS Benanain didominasi oleh Lempung Bersisik dengan luasan sebesar 821,59 km² dan besar persentase 26,128%.

Metode HSS SCS-CN memiliki beberapa parameter utama untuk menghitung debit aliran, yaitu Kehilangan Air/*Loss*, Transformasi Hidrograf Satuan Limpasan dan Pemodelan Aliran Dasar. Kehilangan Air menggunakan metode *Curve Number* (CN), Transformasi Hidrograf Satuan Limpasan menggunakan nilai waktu lag dan pemodelan aliran dasarnya dengan metode *Muskingum-Cunge*.

Tabel 4. Debit Kala Ulang Metode HSS SCS-CN

Kala Ulang (Tahun)	Debit Puncak (m ³ /s)
2	640,2
5	1489,1
10	2079,7
25	2831,3
50	3370,5
100	3891,2
500	4982,4
1000	6063,5
Seroja	4189,6

3.3. Perbandingan Debit Banjir

Nilai debit puncak perlu dilakukan kalibrasi, namun karena belum ada nilai perhitungan sebelumnya dengan kondisi yang serupa, maka dilakukan perbandingan dengan metode yang berbeda. Perhitungan akan dilakukan perbandingan dengan Metode HSS *Snyder-Green&Ampt*.

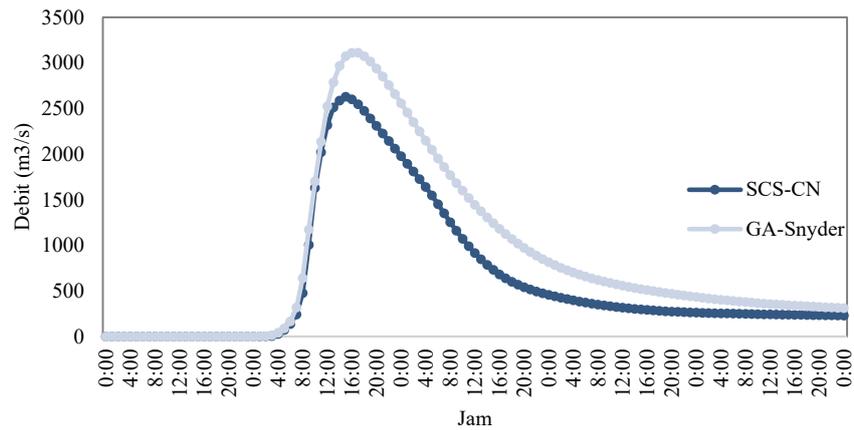
Dengan Metode ini, parameter Kehilangan Air/*Loss* memperhatikan faktor jenis tanah dominan berdasarkan tekstur tanah USDA (Departemen Pertanian Amerika Serikat) untuk menghitung kehilangan air infiltrasi yang terjadi, parameter transformasi hidrograf memperhatikan waktu lag dan parameter aliran air dasar dengan metode *Muskingum-Cunge* yang sama dengan Metode HSS SCS-CN.

Tabel 3 Perbandingan Debit Banjir

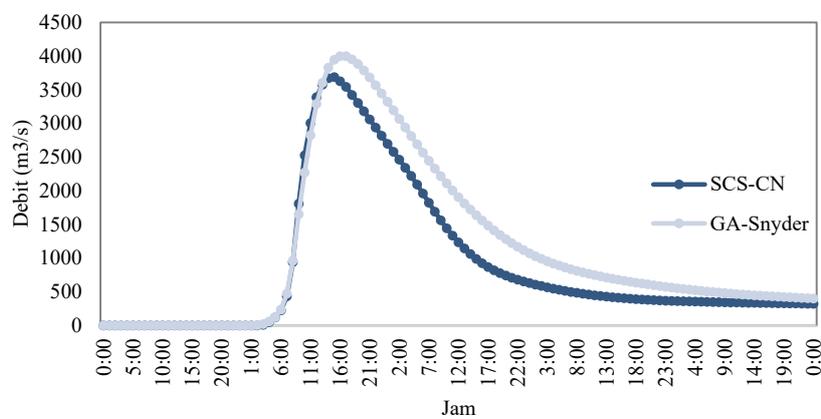
Kala Ulang (Tahun)	Debit SCS-CN (m ³ /s)	Debit Snyder-Green&Ampt (m ³ /s)
2	639,3	1132,1
5	1477,9	2029,1
10	2070,2	2581,8
25	2836,9	3230,1
50	3396,7	3682,7
100	3688,3	4115,3
500	4751,8	4983,8
1000	5993,1	5832,9
Seroja	4189,6	4243,1

Tabel 3 menunjukkan perbedaan nilai debit yang cukup signifikan pada kala ulang 2 tahun sampai 100 tahun. Namun pada kala ulang 500 tahun, 1000 tahun dan saat Seroja terjadi nilai debit menunjukkan angka yang berdekatan.

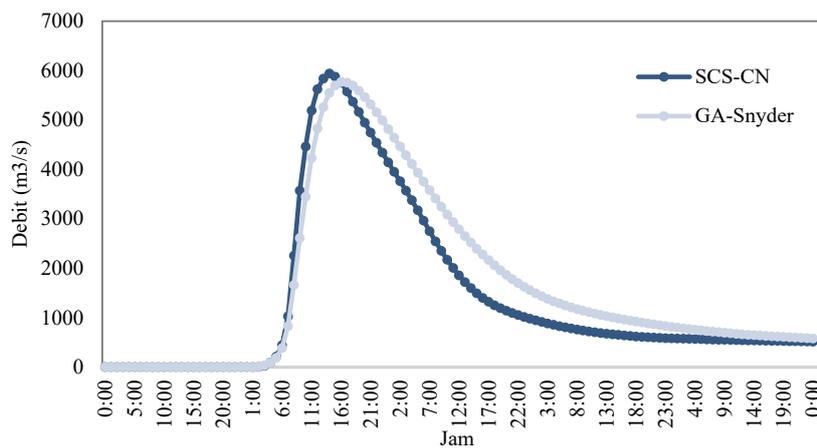
Gambar 5-7 menunjukkan grafik debit banjir kala ulang 25, 100 dan 1000 tahun yang dibandingkan antara Metode HSS SCS-CN dan Metode HSS *Snyder-Green&Ampt*. Grafik yang ditampilkan pada hidrograf menunjukkan garis yang serupa/mirip sehingga perhitungan debit banjir dengan Metode HSS SCS-CN dapat diterima untuk dipakai dalam perhitungan konstruksi bangunan air tahan banjir.



Gambar 5. Hidrograf Perbandingan Debit Kala Ulang 25 Tahun



Gambar 6. Hidrograf Perbandingan Debit Kala Ulang 100 Tahun



Gambar 7. Hidrograf Perbandingan Debit Kala Ulang 1000 Tahun

Untuk kondisi *outlet* Sungai Benanain di Kabupaten Malaka memiliki lebar rata-rata sungai ffl 130 m dan tinggi tebing ffl 6 m serta kemiringan rata-rata sungai 0,0045 maka *bank full capacity* yang terjadi saat badai siklon tropis Seroja diperkirakan adalah 5.056,29 m³/detik (**Gambar 8**). Debit berdasarkan kondisi *eksisting* yang ada berada pada kala ulang diatas 500 tahun. Kondisi banjir yang cukup besar ini memang perlu dikaji lebih lanjut terhadap

morfometri DAS dan morfologi pada Sungai Benanain. Tentunya perlu analisis lanjutan yang lebih detil dalam menghitung secara hidraulika pada potongan melintang dan alur memanjang pada Sungai Benanain.



Gambar 8. Jembatan Benanain di Kabupaten Malaka (a) saat badai siklon tropis Seroja (sumber: www.sergap.id, 2021) (b) kondisi pada Tahun 2022

Kajian kondisi debit pada *outlet* Sungai Benanain ini dapat menjadi referensi bagi para pemerhati keairan dalam melakukan analisis hidrologi untuk mitigasi bencana di DAS Benanain. Tentunya penggunaan alat ukur hidrometri yang baik dan tepat dalam penempatan menjadikan salah satu sumber data yang baik dalam analisis ke depan.

4. KESIMPULAN

Debit banjir dengan metode HSS SCS-CN didapatkan debit puncak kala ulang 2 tahun sebesar 640,2 m³/det. Debit puncak kala ulang 5 tahun sebesar 1489,1 m³/det Debit puncak kala ulang 10 tahun sebesar 2079,7 m³/det. Debit puncak kala ulang 25 tahun sebesar 2831,3 m³/det. Debit puncak kala ulang 50 tahun sebesar 3370,5 m³/det. Debit puncak kala ulang 100 tahun sebesar 3891,2 m³/det. Debit puncak kala ulang 500 tahun sebesar 4982,4 m³/det. Debit puncak kala ulang 1000 tahun sebesar 6063,5 m³/det. Debit puncak kala ulang saat Banjir Seroja sebesar 4189,7 m³/det. Dengan metode HSS Green&Ampt-Snyder didapatkan debit puncak kala ulang 2 tahun sebesar 1132,1 m³/det. Debit puncak kala ulang 5 tahun sebesar 2029,1 m³/det. Debit puncak kala ulang 10 tahun sebesar 2581,8 m³/det. Debit puncak kala ulang 25 tahun sebesar 3230,1 m³/det. Debit puncak kala ulang 50 tahun sebesar 3682,7 m³/det. Debit puncak kala ulang 100 tahun sebesar 4115,3 m³/det. Debit puncak kala ulang 500 tahun sebesar 4983,8 m³/det. Debit puncak kala ulang 1000 tahun sebesar 5832,9 m³/det. Debit puncak kala ulang Banjir Seroja sebesar 4243,1 m³/det. Untuk penggunaan kedua metode menunjukkan perbedaan tidak terlalu signifikan untuk periode kala ulang diatas 25 tahun yakni dibawah < 10%. Perhitungan debit banjir saat Seroja berdasar kondisi eksisting yang ada diperkirakan 5.056,29 m³/detik. Nilai tersebut lebih tinggi dari debit banjir hasil perhitungan, dan diperlukan kajian yang lebih mendalam terkait morfometri DAS dan morfologi Sungai Benanain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Program Studi Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana dan Balai Wilayah Sungai NT II yang sudah mendukung penyediaan data sekunder dan penyelesaian analisis pada artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2007). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Penerbit Gadjah Mada University Press.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2009. Siklon Tropis. [Online] Available at: <http://meteo.bmkg.go.id/siklon/learn/01/id> [Accessed 28 June 2021].
- Bunganaen, W., Frans, J.F., Seran, Y.A., Legono, D., Krisnayanti, D.S. (2021). Rainfall-Runoff Simulation Using HEC-HMS Model in the Benanain Watershed, Timor Island. *Journal of The Civil Engineering Forum*, Vol.7, No.3. DOI: <https://doi.org/10.22146/jcef.64782>
- Delani, O.M., & Dasanto, B.D. (2016). Perbandingan Hidrograf Banjir Menggunakan Beberapa Metode Perhitungan Curah Hujan Efektif (Studi Kasus : DAS Cisadane Hulu). *Jurnal Sumber Daya Air*, Vol. 12 No. 2, 187 – 198.
- Fernandez, Yohanez J. 2012. Benanain Dalam Konsep dan Penanganan.
- Kabiri, Reza., Chan, A., Bai, R. (2013). Comparison of SCS and Green-Ampt Methods in Surface Runoff -Flooding Simulation for Klang Watershed in Malaysia. *Open Journal of Modern Hydrology*, 3, 102-114. <http://dx.doi.org/10.4236/ojmh.2013.33014> Published Online July 2013
- Krisnayanti, D.S., Bunganaen, W., Frans, J.F., Seran, Y.A., Legono, D. (2021). Curve Number Estimation for Ungauged Watershed in Semi-Arid Region. *Civil Engineering Journal*, Vol.7, No.06. Doi: 10.28991/cej-2021-03091711
- Limantara, L.M. (2010). Hidrologi Praktis. Penerbit: Lubuk Agung
- NEH. (2004). Estimation of Direct Runoff from Storm Rainfall Part 630 Hydrology National Engineering Handbook USDA. Washington DC
- Peraturan Pemerintah No. 37 Tahun 2012, Peraturan Pemerintah (PP) tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.
- Seran, Yustinus Akito. (2019). Analisis Hujan-Debit Pada DAS Benanain Dengan Software Hydrologic Engineering Center-Hydrologi Modeling System (HEC-HMS). Skripsi. Kupang: Universitas Nusa Cendana.
- Sergap (2021). Jembatan di perbatasan NTT - Timor Leste terancam amblas diseret banjir. Available: <https://www.sergap.id/jembatan-di-perbatasan-ntt-timor-leste-terancam-amblas-di-seret-banjir/>
- Suara Pembaharuan. (2013). Sungai Benenain Meluap, Sembilan Desa Tersapu Banjir. Available: <https://www.beritasatu.com/nasional/118627/sungai-benenain-meluap-sembilan-desa-tersapu-banjir>
- Thirafi, H. (2021). Bagaimana Potensi Pertumbuhan Siklon Tropis di Wilayah Indonesia? Begini Penjelasan. Available: <https://www.bmkg.go.id/berita/?p=bagaimana-potensi-pertumbuhan-siklon-tropis-di-wilayah-indonesia-bgini-penjelasan&lang=ID&s=detil>
- Viji, R., Prasanna, P.R., & Ilangovan, R. (2015). Modified SCS-CN and Green-Ampt Methods in Surface Runoff Modelling for the Kundahpallam Watershed, Nilgiris, Western Ghats, India. *Aquatic Procedia* 4 (2015) 677 – 684.
- Rahman, Hilma Nurul Fauzia. (2017). Dampak Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia terhadap Wilayah Bali, Senior Forecaster BBMKG Wilayah III Denpasar. Available: http://balai3.denpasar.bmkg.go.id/bbmkg3_pdf_file_s/11122017060450.pdf. [Online]. [Accessed July 2021].
- Aminatun, S. & Anggraheni, D. (2018). Pengaruh Badai Tropis Cempaka Terhadap Kejadian Tanah Longsor di Kabupaten Bantul Yogyakarta. *JTERA - Jurnal Teknologi Rekayasa*, 3(1), pp. 105-114.