

## ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA DAS AMBACANG BERDASARKAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIS METODE NAKAYASU DAN METODE SCS

Dehas Abdaa<sup>1</sup>, Novreta Ersyi Darfia<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Riau

e-mail :<sup>1</sup>dehas.ab@gmail.com,<sup>2</sup>novreta@lecturer.unri.ac.id

### ABSTRACT

Ambacang watershed is a catchment area for the Ambacang I weir, located in the Nopi Garden, Kuantan Singingi Regency. This weir functions to irrigate  $\pm 250$  Ha of irrigation area. With the condition of the old weir and the damaged structure, proper analysis is needed in calculating the planned flood discharge in the Ambacang watershed. In this study, it is expected to know the planned flood discharge which is calculated by diversifying the rainfall data into direct runoff discharge through the watershed system. The study was conducted by comparing the planned flood discharge of the Nakayasu synthetic hydrograph method and the Soil Conservation Service (SCS) method. Rain data used is rainfall data for 20 years, from 2000 to 2019. Based on the analysis results, it is found that the acceptable frequency distribution is the Gumbel distribution. The analysis using the Nakayasu and SCS synthetic hydrograph method resulted in a relatively similar plan discharge. Based on the consideration of watershed characteristics, land use, peak discharge, peak time, and speed which is more appropriate, the method chosen for the Ambacang watershed is the SCS method. The planned flood discharge of the SCS HSS Method for the return period of 2, 5, 10, 25, 50, 100 years respectively is 83.35 m<sup>3</sup>/s, 111.46 m<sup>3</sup>/s, 130.08 m<sup>3</sup>/s, 153.59 m<sup>3</sup>/s, 171.04 m<sup>3</sup>/s, 188.36 m<sup>3</sup>/s.

**Keywords :** Ambacang, Nakayasu, Planned flood discharge, , SCS

### INTISARI

Daerah Aliran Sungai (DAS) Ambacang merupakan daerah tangkapan air Bendung Ambacang I yang terletak di Kebun Nopi Kabupaten Kuantan Singingi. Bendung ini berfungsi untuk mengairi daerah irigasi seluas  $\pm 250$  Ha. Dengan kondisi bendung yang sudah berumur dan struktur yang mengalami kerusakan, diperlukan analisis yang tepat dalam menghitung debit banjir rencana pada DAS Ambacang tersebut. Pada penelitian ini, diharapkan dapat mengetahui debit banjir rencana yang dihitung dengan pengalihragaman data curah hujan menjadi debit limpasan langsung melalui sistem DAS. Kajian yang dilakukan dengan membandingkan antara debit banjir rencana metode hidrograf satuan sintetis Nakayasu dan metode Soil Conservation Service (SCS). Data hujan yang digunakan adalah data hujan selama 20 tahun yaitu dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2019. Berdasarkan hasil analisa didapatkan bahwa distribusi frekuensi yang dapat diterima adalah distribusi Gumbel. Analisis dengan metode hidrograf satuan sintetis Nakayasu dan SCS menghasilkan debit rencana yang relatif sama. Berdasarkan pertimbangan karakteristik DAS, tataguna lahan, debit puncak, waktu puncak, dan kecepatan yang lebih sesuai maka metode yang pilih untuk DAS Ambacang adalah Metode SCS. Debit banjir rencana Metode HSS SCS untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun secara berurutan adalah 83,35 m<sup>3</sup>/s, 111,46 m<sup>3</sup>/s, 130,08 m<sup>3</sup>/s, 153,59 m<sup>3</sup>/s, 171,04 m<sup>3</sup>/s, 188,36 m<sup>3</sup>/s.

**Kata kunci :** Ambacang, Debit banjir rencana, Nakayasu, SCS

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

DAS Ambacang merupakan daerah tangkapan air Bendung Ambacang I di Desa Kebun Nopi Kabupaten Kuantan Singingi yang berada dalam DAS Kuantan Wilayah Sungai Indragiri-Akuaman. Menurut hasil analisis (2021), DAS ini beriklim tropis dengan suhu maksimum berkisar antara 32,6°C– 36,5°C dan suhu minimum berkisar antara 19,2°C – 22°C, sedangkan jumlah curah hujan rata-rata sebesar 2.810 mm/tahun. Bendung ini berfungsi untuk mengairi daerah irigasi seluas  $\pm 250$  Ha. Bagian hulu tampungan bendung digunakan sebagai prasarana olahraga pacu dayung dengan luas tampungan mencapai  $\pm 40$  Ha. Kondisi bendung yang sudah berumur dan struktur yang mengalami kerusakan mengakibatkan perlu analisis yang tepat dalam menghitung debit banjir rencana pada DAS Ambacang tersebut. Penyebab lain adalah pengalihfungsian hutan menjadi sawit menyebabkan aliran permukaan, erosi dan sedimentasi meningkat.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis debit banjir rencana pada DAS Ambacang dengan pengalihragaman data curah hujan menjadi debit limpasan langsung melalui sistem DAS. Metode yang digunakan adalah metode hidrograf satuan sintetis Nakayasu dan SCS karena didasarkan atas sintetis dari parameter-parameter daerah aliran sungai. Dengan membandingkan hasil perhitungan dari kedua metode tersebut, selanjutnya dilakukan pertimbangan metode debit rancangan yang dipilih.

### 1.3 Tinjauan Pustaka

#### 1.2.1 Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan adalah kemungkinan tinggi hujan tahunan dengan peluang ulang tertentu yang mungkin terjadi di suatu daerah sebaran hujan sebagai hasil rangkaian analisis hidrologi atau biasa disebut analisis frekuensi (Sarminingsih, 2018). Metode analisis frekuensi secara sistematis dilakukan perhitungan berurutan sebagai berikut:

- Parameter statistik berupa standar deviasi, koefisien variasi, koefisien skewness, dan koefisien kurtosis;
- Pemilihan jenis distribusi berupa distribusi normal, distribusi log normal, distribusi log-pearson III, dan distribusi gumbel. Menurut Soemarto (1986), pemilihan jenis distribusi dapat dilakukan dengan membandingkan koefisien distribusi dari metode yang akan digunakan, seperti yang dijelaskan pada Tabel 1.
- Pengujian distribusi berupa uji keselarasan chi square dan smirnov kolmogorof;
- Perhitungan intensitas hujan berdasarkan perhitungan metode Mononobe dilakukan karena data hujan jangka pendek tidak tersedia. Rumus intensitas hujan disampaikan pada persamaan (1) berikut.

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

- dengan : I : Intensitas hujan (mm/jam)  
t : Lama hujan (jam)  
R<sub>24</sub> : Curah hujan maksimum harian (mm)

**Tabel 1.** Parameter Pemilihan Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat
Normal	Cs = 0 Ck = 3
Gumble	Cs ≤ 1,1396 Ck ≤ 5,4002
Log Normal	Cs = 3Cv + Cv <sup>2</sup> = 3 Ck = 5,383
Log Pearson III	Cs ≠ 0

Sumber: C.D Soemarto, 1986

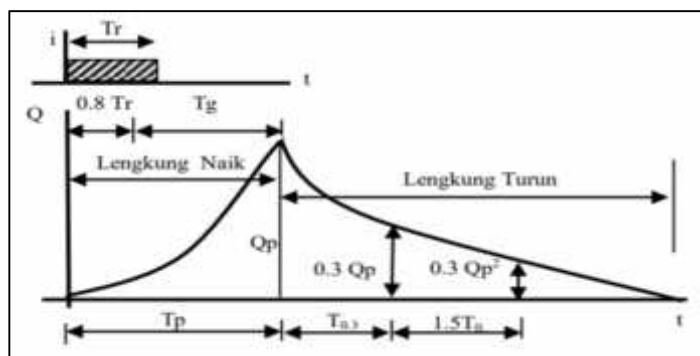
#### 1.2.2 Metode HSS Nakayasu

Menurut Nggarang (2020), hidrograf satuan sintetis diukur menurut sintesis dari parameter-parameter daerah aliran sungai yang ditinjau. Perhitungan debit banjir rencana Metode Nakayasu dilihat pada persamaan (2) sampai (7) berikut.

- Tenggang waktu kelambatan (*time lag*,  $t_g$ ), dengan persamaan berikut:  
 $L > 15 \text{ km}, t_g = 0,4 + 0,058 \times L$  (2)  
 $L < 15 \text{ km}, t_g = 0,21 \times L^{0,7}$  (3)
- Tenggang waktu puncak dan debit puncak ( $t_r$ ), dengan persamaan:  $t_r = 0,75 \times t_g$  (4)
- Tenggang waktu saat debit sama dengan 0,3Q<sub>p</sub>, dengan persamaan:  $t_{0,3} = \dots \times t_g$  (5)
- Waktu puncak hidrograf, dengan persamaan:  $t_p = t_g + 0,8TR$  (6)
- Rumus dari hidrograf satuan sintetik Nakayasu adalah:

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left( \frac{AR_o}{0,3T_p + T_{0,3}} \right) \quad (7)$$

- dengan: L = Panjang sungai (km)  
= Koefisien  
A = Luas DAS (km<sup>2</sup>)  
Ro = Satuan kedalaman hujan (mm)



Sumber: Triatmojo, 2009

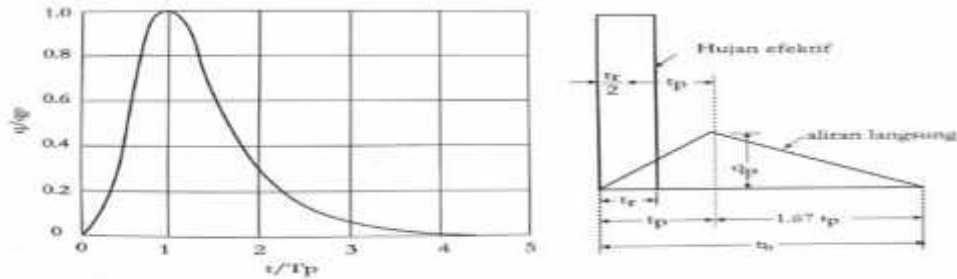
**Gambar 1.** Grafik Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu

**1.2.3 Metode HSS Soil Conservation Service (SCS)**

Hidrograf SCS dikembangkan dari analisis sejumlah besar hidrograf satuan dari data lapangan dengan berbagai ukuran DAS dan lokasi berbeda. Apabila ditetapkan rasio debit dengan debit puncak ( $q/q_p$ ) adalah 1,00 dan rasio waktu dengan puncak ( $t/t_p$ ) adalah 1,00 maka koordinat hidrograf satuan sintetis SCS tidak berdimensi. Volume hidrograf satuan sama dengan 1 cm aliran langsung dimana waktu resesi dapat diperkirakan sebesar  $1,67t_p$ . Debit puncak ( $q_p$ ) dilihat pada persamaan (8) berikut.

$$q_p = \frac{CA}{T_p} \tag{8}$$

dimana :  $q_p$  = Debit Puncak ( $m^3/det$ )  
 $A$  = Luas DAS ( $km^2$ )  
 $C$  = Nilai koefisien 2,08



Sumber: Hadisusanto, 2010

**Gambar 2.** Unit Hidrograf SCS

**2. METODE PENELITIAN**

**2.1 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian berada di DAS Ambacang Desa Kebun Nopi Kabupaten Kuantan Singingi. Deliniasi yang dilakukan diketahui luas DAS berdasarkan pemetaan seluas  $24,83 km^2$  dengan panjang Sungai Luai sebagai sungai utama adalah 7,72 km. peta lokasi ditampilkan pada Gambar 3. berikut.



Sumber: Analisis, 2021

**Gambar 3.** Peta DAS Ambacang

**2.2 Data Hujan**

Pos curah hujan yang berpengaruh pada lokasi penelitian adalah pos curah hujan Lubuk Ramo dan Sentajo. Perhitungan hujan wilayah berdasarkan data hujan dengan ketersediaan data 20 tahun (2000-2019).

**2.3 Curah Hujan Rancangan**

Analisis curah hujan rancangan dengan kala ulang tertentu dilakukan dengan beberapa jenis distribusi yaitu Normal, Log Normal, Pearson, Log Pearson Tipe III, dan Gumbel (Suripin, 2004). Data curah hujan yang telah diuji, dianalisis dengan parameter yang mendekati masing-masing metode jenis sebaran. Selanjutnya dilakukan perhitungan intensitas hujan berdasarkan perhitungan metode Mononobe.

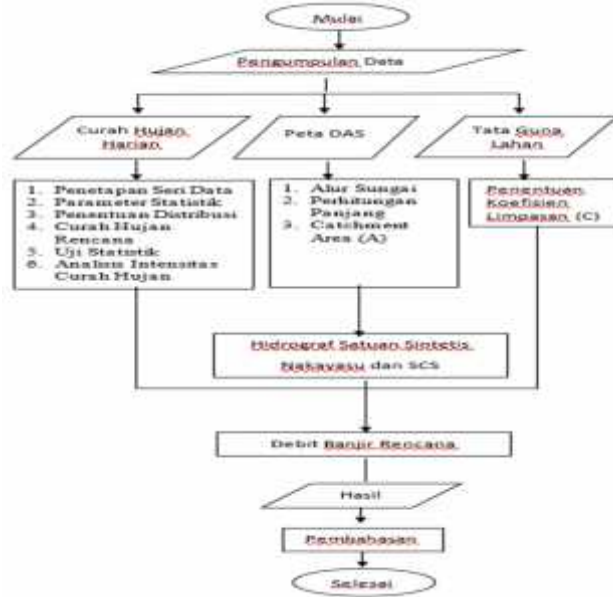
**2.4 Debit Banjir Rencana**

Perhitungan debit banjir rencana berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS). HSS merupakan metode yang tepat dalam menghitung debit banjir dibanding dengan metode empiris, hal ini dikarenakan perhitungan HSS menghasilkan nilai debit tiap jam dan pada saat hujan mulai turun, waktu puncak banjir hingga akhir banjir, (Triadmojo, 2009). HSS yang digunakan dalam perhitungan penelitian ini adalah HSS Nakayasu dan HSS SCS. Perbandingan hasil debit banjir

rencana masing-masing HSS yang digunakan dalam penelitian ini dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, , dan 100 tahun.

**2.5 Bagan Alir Penelitian**

Bagan alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4. berikut.



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Curah Hujan Wilayah**

Curah hujan maksimum rerata wilayah pada DAS Ambacang dengan menggunakan metode aljabar ditampilkan pada Tabel 2. dibawah.

**3.2 Analisis Hujan Rancangan dan Uji Distribusi**

Hasil curah hujan harian maksimum rerata wilayah yang ditampilkan pada Tabel 2. di atas, kemudian dilakukan analisis distribusi frekuensi dengan menggunakan Metode Log Normal, Metode Log Pearson Type III, dan Metode Gumbel. Pengujian distribusi uji keselarasan berupa metode chi square dan metode smirnov-kolmogorof untuk mengetahui kebenaran suatu hipotesa distribusi. Pada Tabel 3. berikut ditampilkan hasil perhitungan jenis sebaran distribusi dan pengujian keselarasan.

Tabel 2. Curah Hujan Maksimum Rerata Wilayah

No.	Tahun	Maks (mm)	No.	Tahun	Maks (mm)
1	2000	116,00	11	2010	141,50
2	2001	106,25	12	2011	206,50
3	2002	103,50	13	2012	155,20
4	2003	119,75	14	2013	63,90
5	2004	155,00	15	2014	74,65
6	2005	86,00	16	2015	83,75
7	2006	98,85	17	2016	87,50
8	2007	134,50	18	2017	74,75
9	2008	138,25	19	2018	106,70
10	2009	144,00	20	2019	110,05

Sumber: Analisis, 2021

**Tabel 3.** Hujan Rancangan dan Uji Keselrasan Distribusi

Periode Ulang (Tahun)	Hujan Rancangan ( mm )		
	Metode Log Normal	Metode Log Pearson Type III	Metode Gumbel
2	110,60	110,16	110,18
5	140,98	141,76	147,34
10	160,10	162,12	171,94
25	177,65	187,35	203,03
50	199,99	205,88	226,09
100	216,85	224,27	248,99
200	233,09	242,66	271,79
1000	270,10	286,00	324,63
<b>UJI CHI SQUARE</b>			
Chi - Square hitung	0,00	32,75	4,50
Chi - Square kritis	27,59	27,59	27,59
Derajat Bebas	2,00	2,00	2,00
Derajat Signifikansi	5,00	5,00	5,00
<b>HIPOTESA</b>	<b>DITERIMA</b>	<b>TIDAK DITERIMA</b>	<b>DITERIMA</b>
<b>UJI SMIRNOV KOLMOGOROF</b>			
D Maximum, D Max	0,876	-0,047	-0,001
Derajat Signifikansi	5,000	5,000	5,000
D Kritis	0,270	0,270	0,270
<b>HIPOTESA</b>	<b>TIDAK DITERIMA</b>	<b>DITERIMA</b>	<b>DITERIMA</b>

Sumber: Analisis, 2021

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3 di atas, diketahui bahwa distribusi frekuensi yang dapat diterima adalah distribusi Gumbel. Hal ini terlihat pada perbandingan antara hasil chi-square hitungan < chi-square kritis dengan derajat bebas yang digunakan adalah 2% dan derajat signifikan 5%. Selain itu, distribusi Gumbel dapat diterima dikarenakan hasil uji smirnov kolmogorof karena Dmax hitungan < dari Dkritis.

### 3.3 Curah Hujan Netto Jam-jaman

Hasil perhitungan curah hujan jam-jaman dengan metode mononobe ditampilkan pada Tabel 4. berikut.

**Tabel 4.** Curah Hujan Netto Jam-jaman

Jam Ke-	Distribusi %	Hujan Jam-Jaman (mm)						
		R <sub>2</sub> TH	R <sub>5</sub> TH	R <sub>10</sub> TH	R <sub>25</sub> TH	R <sub>50</sub> TH	R <sub>100</sub> TH	R <sub>200</sub> TH
1	55%	26,74	35,76	41,73	49,27	54,87	60,42	65,96
2	14%	16,84	22,52	26,29	31,04	34,56	38,06	41,55
3	10%	12,85	17,19	20,06	23,69	26,38	29,05	31,71
4	8%	10,61	14,19	16,56	19,55	21,77	23,98	26,18
5	7%	9,14	12,23	14,27	16,85	18,76	20,66	22,56
6	6%	8,10	10,83	12,64	14,92	16,62	18,30	19,98
<b>Curah Hujan Rancangan (R)</b>		<b>110,18</b>	<b>147,34</b>	<b>171,94</b>	<b>203,03</b>	<b>226,09</b>	<b>248,99</b>	<b>271,79</b>
<b>Koefisien Pengaliran</b>		<b>0,70</b>	<b>0,70</b>	<b>0,70</b>	<b>0,70</b>	<b>0,70</b>	<b>0,70</b>	<b>0,70</b>
<b>Hujan Netto</b>		<b>77,13</b>	<b>103,14</b>	<b>120,36</b>	<b>142,12</b>	<b>158,27</b>	<b>174,29</b>	<b>190,26</b>

Sumber: Analisis, 2021

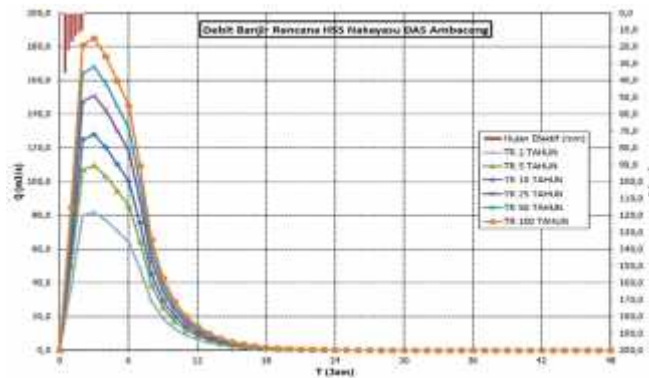
### 3.4 Debit Banjir Metode Nakayasu

Rekapitulasi perhitungan debit banjir rencana ditampilkan pada Tabel 5. berikut.

Tabel 5. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Metode Nakayasu

Waktu (jam)	Debit Banjir Rencana Dengan Kala Ulang					
	2	5	10	25	50	100
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	37,32	50,18	58,56	69,15	77,00	84,80
2,00	80,07	107,07	124,95	147,54	164,30	180,94
3,00	81,94	109,57	127,87	150,99	168,14	185,16
4,00	77,17	103,20	120,43	142,21	158,36	174,39
5,00	70,68	94,52	110,30	130,24	145,03	159,72
6,00	64,20	85,85	100,18	118,29	131,73	145,07
7,00	48,39	64,70	75,51	89,16	99,29	109,34
8,00	28,96	38,73	45,20	53,37	59,44	65,46
9,00	18,96	25,36	29,60	34,95	38,92	42,86
10,00	12,81	17,14	20,00	23,61	26,29	28,96
11,00	8,88	11,88	13,86	16,37	18,23	20,07
12,00	6,30	8,42	9,83	11,60	12,92	14,23
13,00	4,46	5,97	6,96	8,22	9,16	10,08
14,00	3,16	4,23	4,94	5,83	6,49	7,15
15,00	2,24	3,00	3,50	4,13	4,60	5,07
16,00	1,59	2,13	2,48	2,93	3,26	3,59
17,00	1,13	1,51	1,76	2,08	2,31	2,55
18,00	0,80	1,07	1,25	1,47	1,64	1,80
19,00	0,57	0,76	0,88	1,04	1,16	1,28
20,00	0,40	0,54	0,63	0,74	0,82	0,91
21,00	0,28	0,38	0,44	0,52	0,58	0,64
22,00	0,20	0,27	0,31	0,37	0,41	0,46
23,00	0,14	0,19	0,22	0,26	0,29	0,32
24,00	0,10	0,14	0,16	0,19	0,21	0,23

Sumber: Analisis, 2021



Sumber: Analisis, 2021

Gambar 5. Hidrograf Banjir Metode Nakayasu

Berdasarkan Krisnayanti (2019), perhitungan analisis hidrograf satuan sintesis Nakayasu menggunakan persamaan yang telah diuraikan dan menggunakan parameter fisik DAS berupa luas DAS, koefisien pengaliran, waktu dari titik hidrograf sampai puncak hidrograf, dan waktu penurunan debit sampai 30% debit puncak. Nilai koefisien pengaliran untuk DAS Ambacang memiliki nilai 0,70, karena tanah bergelombang dan terdapat persawahan yang diiri. Nilai yang digunakan adalah 1,99 dengan waktu puncak 1,40 jam.

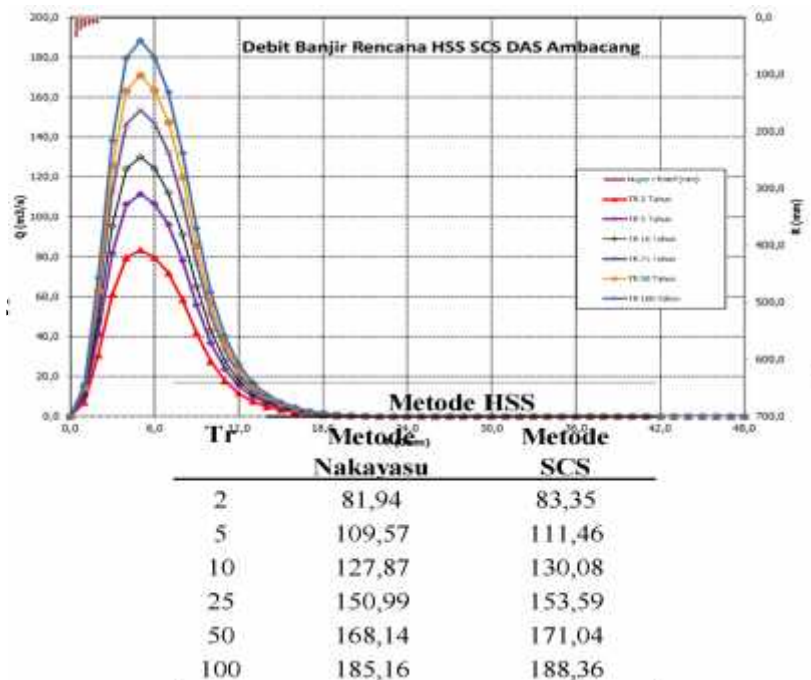
### 3.5 Debit Banjir Metode SCS

Menurut Gilang (2019), jeda waktu yang dibutuhkan berdasarkan jarak yang sudah ditentukan untuk mengalirkan limpasan air dari satu titik ke titik lainnya. Jeda waktu Sungai Luai yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2,77 jam dengan koefisien waktu sebesar 1,00. Rekapitulasi perhitungan debit banjir rencana ditampilkan pada Tabel 6. berikut.

**Tabel 6.** Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Metode SCS

Waktu (jam)	Debit Banjir Rencana Dengan Kala Ulang					
	2	5	10	25	50	100
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	7,07	9,46	11,03	13,03	14,51	15,98
2,00	30,69	41,05	47,90	56,56	62,99	69,36
3,00	61,20	81,84	95,50	112,77	125,58	138,29
4,00	79,54	106,36	124,12	146,57	163,21	179,74
5,00	83,35	111,46	130,08	153,59	171,04	188,36
6,00	79,63	106,49	124,27	146,74	163,41	179,96
7,00	71,87	96,11	112,16	132,44	147,48	162,41
8,00	58,43	78,14	91,18	107,67	119,90	132,04
9,00	41,72	55,79	65,10	76,87	85,60	94,27
10,00	27,52	36,81	42,95	50,72	56,48	62,20
11,00	17,77	23,77	27,74	32,75	36,47	40,17
12,00	11,51	15,39	17,96	21,21	23,62	26,01
13,00	7,40	9,89	11,55	13,63	15,18	16,72
14,00	4,80	6,42	7,50	8,85	9,86	10,86
15,00	3,15	4,21	4,91	5,80	6,45	7,11
16,00	2,04	2,72	3,18	3,75	4,18	4,60
17,00	1,17	1,57	1,83	2,16	2,40	2,65
18,00	0,67	0,89	1,04	1,23	1,37	1,51
19,00	0,37	0,49	0,57	0,68	0,75	0,83
20,00	0,18	0,24	0,28	0,33	0,36	0,40
21,00	0,06	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15
22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Sumber: Analisis, 2021



Sumber: Analisis, 2021

Berdasarkan perbandingan debit banjir menggunakan metode HSS Nakayasu dan metode HSS SCS pada DAS Ambacang, menghasilkan hasil debit rencana yang relatif sama. Hal ini dikarenakan untuk mendapatkan besaran debit yang sesuai digunakan acuan kapasitas alur sungai yang pada umumnya besarnya setara dengan debit banjir. Metode HSS Nakayasu menghasilkan debit puncak HSS 3,18 m<sup>3</sup>/s, waktu puncak banjir sebesar 1,40 jam, dan kecepatan air 1,53 m/s. Jika dibandingkan dengan Metode HSS SCS menghasilkan debit puncak HSS 1,58 m<sup>3</sup>/s, waktu puncak banjir sebesar 3,27 jam, dan kecepatan air 0,66 m/s. Karakteristik DAS, tataguna lahan pada kondisi saat pengamatan, dan waktu puncak banjir yang lebih sesuai maka metode yang pilih adalah Metode SCS untuk DAS Ambacang.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil analisis debit banjir rencana pada DAS Ambacang dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Debit banjir rencana Metode HSS Nakayasu untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun secara berurutan adalah 81,94 m<sup>3</sup>/s, 109,57 m<sup>3</sup>/s, 127,87 m<sup>3</sup>/s, 150,99 m<sup>3</sup>/s, 168,14 m<sup>3</sup>/s, 185,16 m<sup>3</sup>/s.
- b. Debit banjir rencana Metode HSS SCS untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun secara berurutan adalah 83,35 m<sup>3</sup>/s, 111,46 m<sup>3</sup>/s, 130,08 m<sup>3</sup>/s, 153,59 m<sup>3</sup>/s, 171,04 m<sup>3</sup>/s, 188,36 m<sup>3</sup>/s.
- c. Berdasarkan pertimbangan karakteristik DAS, tataguna lahan, debit puncak, waktu puncak, dan kecepatan yang lebih sesuai maka metode yang pilih adalah Metode SCS untuk DAS Ambacang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hadisusanto, Nugroho. 2010. *Aplikasi Hidrologi*. Malang: Jogja Mediautama.
- Krisnayanti, Denik S. 2019. Analisis Parameter Alfa Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu pada DAS di Pulau Flores. *Jurnal Teknik Sipil*, VIII. 2, 227-240.
- Nggarang, Yulianus Eka P. 2020. Analisa Perbandingan Penentuan Debit Rencana Menggunakan Metode Nakayasu dan Simulasi Aplikasi HEC-HMS di Das Lowo Rea. *Eternitas: Jurnal Teknik Sipil*, 1. 1, 23-33.
- Sarminingsih, Anik. 2018. Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15. 1, 53-61
- Soemarto, C,D.,1986. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.