

“Analisis debit banjir menggunakan metode hidrograf satuan sintetis nakayasu dan *soil conservation service* (scs) pada sungai krueng kala Aceh besar”

Tuwanku Farhan Abiel¹ Cut Dwi Refika² Nina Shaskia³

¹Program Studi Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala

Jalan Syech Abdurrauf No. 7 Kopelma Darussalam Banda Aceh 23111 Indonesia

^{2,3} Jurusan Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala

Jalan Syech Abdurrauf No. 7 Kopelma Darussalam Banda Aceh 23111 Indonesia

¹tf.abiel@mhs.unsyiah.ac.id*, ²cut.dwi.refika@unsyiah.ac.id*, ³ninashaskia@unsyiah.ac.id

ABSTRACT

Krueng Kala River is one of the rivers located in Lhoong District with a length of 8,258 km and a watershed area of 15,701 km². Lhoong District is one of the areas when entering the rainy season will be affected by floods. This is due to the overflow of water in the Krueng Kala River into residential areas and rice fields. The resulting impact is damage to houses and submerged rice fields. The purpose of this study was to estimate the value of the flood discharge on the Krueng Kala River using the Nakayasu and the Soil Conservation Service (SCS) Synthetic Unit Hydrograph Method. The calculation of the flood discharge value with a certain return period on the Krueng Kala River is based on data of maximum daily rainfall for 10 years from 2 stations, namely Krueng Aceh Station and Siron Station. There are several differences between the two methods, such as the form of graphs, peak times, and peak flood discharges. The graphic form of HSS Nakayasu is a condition of fast rising and slow falling, while HSS SCS of rising and falling conditions are relatively almost the same. The peak time for HSS Nakayasu is 1,473 hours, while for HSS SCS is 4 hours. The last difference is in the peak flood discharge for HSS Nakayasu which is 1.231 m³/s and HSS SCS is 0.722 m³/s.

Keywords: Krueng Kala River, flood discharge, HSS Nakayasu, HSS SCS.

ABSTRAK

Sungai Krueng Kala adalah salah satu sungai yang terletak di Kecamatan Lhoong dengan panjang 8,258 km dan luas DAS 15,701 km². Kecamatan Lhoong merupakan salah satu kawasan yang ketika memasuki musim penghujan akan terdampak bencana banjir. Hal ini terjadi karena meluapnya air pada Sungai Krueng Kala ke kawasan permukiman dan persawahan warga. Dampak yang diakibatkan yaitu kerusakan pada rumah dan lahan pertanian sawah yang terendam. Tujuan dari penelitian ini adalah memperkirakan besarnya nilai debit banjir pada Sungai Krueng Kala dengan menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu dan Soil Conservation Service (SCS). Penghitungan nilai debit banjir dengan periode ulang tertentu pada Sungai Krueng Kala ini berdasarkan data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun dari 2 stasiun yaitu Stasiun Krueng Aceh dan Siron. Terdapat beberapa perbedaan antar kedua metode yaitu pada bentuk grafik, waktu puncak, dan debit banjir puncak. Bentuk grafik HSS Nakayasu yaitu kondisi naik yang cepat dan turun yang lambat, sedangkan HSS SCS kondisi naik dan turun yang relatif hampir sama. Waktu puncak HSS Nakayasu yaitu 1,473 jam, sedangkan HSS SCS yaitu 4 jam. Perbedaan terakhir ada pada debit banjir puncak untuk HSS Nakayasu yaitu 1,231 m³/det dan HSS SCS yaitu 0,722 m³/det.

Kata kunci: Sungai Krueng Kala, debit banjir, HSS Nakayasu, HSS SCS.

I. Pendahuluan

DAS merupakan suatu wilayah daratan yang apabila ditinjau secara topografi dibatasi oleh punggung-punggungan gunung yang berfungsi menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian disalurkan ke laut melalui sungai utama [1]. DAS seringkali disamakan dengan sungai, padahal DAS lebih luas dan kompleks dari sekedar sungai. Sungai sendiri merupakan salah satu dari komponen-komponen yang membentuk sebuah DAS.

Sungai adalah sayatan di permukaan bumi, *reservoir* dan saluran alami, dan jalan bagi air dan arus mengalir dari hulu cekungan ke tempat-tempat yang lebih rendah dan terakhir ke laut [2]. Namun pada saat terjadinya hujan dengan intensitas yang tinggi, sungai-sungai tersebut bisa saja tidak dapat menampung debit air hujan sehingga air dapat meluap keluar dari sungai dan mengakibatkan banjir di kawasan sekitar sungai. Hujan adalah pembentukan hujan, salju dan hujan batu (*hail*) yang berasal dari kumpulan awan. Awan tersebut bergerak mengelilingi dunia, yang diatur oleh arus udara [3]. Di atmosfer perjalanannya melalui

evaporasi, transpirasi, evapo-transpirasi, kondensasi, dan presipitasi [4].

Banjir merupakan kejadian genangan sementara yang alami terjadi pada dataran banjir (*floodplain*), ketika air hujan jatuh melimpas menjadi aliran permukaan dan menimbulkan kerugian materi maupun non-materi [5]. faktor penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu banjir alami dan banjir oleh tindakan manusia. Banjir alami diakibatkan oleh curah hujan. Sedangkan banjir akibat aktivitas manusia disebabkan karena ulah manusia yang menyebabkan perubahan-perubahan lingkungan [6]. Banjir menjadi bermasalah apabila banjir tersebut memberikan dampak kerusakan dan dampak negatif terhadap lingkungan manusia [7].

Sungai Krueng Kala adalah salah satu sungai yang berada di Kecamatan Lhoong dengan panjang 8,258 km yang terletak pada DAS Krueng kala dengan luas 15,701 km². Tingginya intensitas hujan yang melanda Kecamatan Lhoong, Kabupaten Aceh Besar mengakibatkan aliran Sungai Krueng Kala meluap. Sejumlah rumah warga di daerah setempat terendam banjir [8]. Kecamatan Lhoong merupakan salah satu kecamatan yang ketika masuk musim penghujan akan terdampak bencana banjir. Hal ini dapat terjadi karena tingginya intensitas hujan yang mengakibatkan meluapnya air Sungai Krueng Kala dimana letaknya berdekatan dengan kawasan permukiman.

Bencana banjir yang terjadi di kawasan sekitar Sungai Krueng Kala memiliki dampak yang terbilang cukup besar, seperti terendamnya rumah warga yang mengharuskan kurang lebih 18 kepala keluarga untuk mengungsi. Dampak bencana banjir yang lain yaitu warga yang berprofesi sebagai petani harus mengalami gagal panen diakibatkan area persawahan yang ikut tergenang dan pada bagian sarana irigasi yang mengalami kerusakan [8].

Penelitian ini memiliki tujuan untuk memperkirakan besarnya debit banjir yang terjadi pada Sungai Krueng Kala dengan menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu dan *Soil Conservation Service* (SCS).

II. Metode Penelitian

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah Sungai Krueng Kala yang terletak pada DAS Krueng Kala yang berlokasi di Kecamatan Lhoong, Kabupaten Aceh Besar.

B. Metode Pengumpulan Data

Jenis data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan merupakan titik-titik banjir yang didapat dari hasil penelitian di lokasi. Data sekunder yang digunakan yaitu Peta sebaran pos hujan wilayah Aceh, Peta DAS Aceh, dan data hujan 10 tahun terakhir dari Stasiun Krueng Aceh dan Siron dengan waktu pencatatan dari tahun 2011 sampai

dengan 2020. Data yang diperoleh bersumber dari Badan Wilayah Sungai Sumatera I.

C. Pengolahan Data

1. Curah Hujan Rerata

Dalam menganalisa sebuah analisa hidrologi, sering diperlukannya data hujan rerata. Pada penelitian ini digunakan Metode Aritmatik. Metode aritmatik merupakan metode yang paling sederhana. Metode ini hanya disarankan untuk kondisi wilayah dengan topografi datar (*flat topography*) dengan jumlah pos hujan cukup banyak dan tersebar merata [9].

2. Parameter Statististik

Definisi parameter statistik adalah pada kenyataannya tidak semua varian dari data hidrologi sama dengan nilai rata-ratanya. Variasi atau dispersi adalah besarnya varian disekitar nilai rata-ratanya [10]. Variabel statistik dalam menentukan sebaran curah hujan rencana adalah sebagai berikut :

Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots (1)$$

Koefisien Skewness

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \dots\dots\dots (2)$$

Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \dots\dots\dots (3)$$

Koefisien Variasi

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \dots\dots\dots (4)$$

3. Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi hujan rencana dapat dihitung menggunakan beberapa fungsi probabilitas seperti distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson Tipe III. Pemilihan jenis sebaran didasarkan pada beberapa syarat yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Persyaratan Pemilihan Distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3
2	Log Normal	Cs = 3Cv + Cv ³ Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3
3	Gumbel	Cs = 1,14 Ck = 5,4
4	Log Pearson Tipe III	Selain nilai di atas

Sumber: Hidrologi, Ariyani, 2015

4. Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi adalah untuk menetapkan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisa. Ada 2 metode uji kesesuaian distribusi, yaitu metode chi kuadrat dan

metode smirnov kolmogorov [10]. Dalam penelitian ini digunakan metode chi kuadrat. Pengujian kesesuaian distribusi dapat menggunakan persamaan berikut:

$$f^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(E_f - O_f)^2}{E_f} \dots\dots\dots(5)$$

$$DK = K - (\alpha + 1) \dots\dots\dots(6)$$

5. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Intensitas hujan tergantung dari lama dan besarnya hujan. Semakin lama hujan berlangsung maka intensitasnya akan cenderung makin tinggi, begitu juga sebaliknya [11]. Perhitungan intensitas hujan menggunakan Metode *Mononobe* dikarenakan data hujan yang tersedia adalah data hujan harian. Perhitungan intensitas hujan Metode *Mononobe* dapat menggunakan persamaan berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(7)$$

6. Hyetograph Hujan Rencana

Dalam perhitungan banjir rencana, diperlukan masukan berupa hujan rancangan yang didistribusikan ke dalam kedalaman hujan jam-jaman (hyetograph). Jika data yang tersedia adalah data hujan harian, untuk mendapatkan kedalaman hujan jam-jaman dari hujan rancangan dapat menggunakan model distribusi hujan. Model distribusi yang telah dikembangkan untuk mengubah hujan harian ke hujan jam-jaman antara lain yaitu model distribusi hujan seragam, segitiga, Alternating Block Method (ABM) [12].

7. Aliran Permukaan Tanah

Aliran permukaan lahan yang mengalir masuk ke sungai atau saluran pembuangan disebut aliran permukaan. Besaran aliran permukaan diukur dengan debit aliran dalam satuan volume per waktu. Analisa debit aliran terutama dimanfaatkan untuk menentukan debit banjir rencana dan debit andalan (ketersediaan banjir) [13]. Dalam penelitian ini digunakan persamaan Gama I dalam menghitung aliran dasar yang diberikan dalam persamaan berikut:

$$Q_b = 0,4715 A^{0,6444} D^{0,943} \dots\dots\dots(8)$$

8. Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana merupakan debit maksimum yang direncanakan di suatu sungai ataupun saluran alamiah dengan periode ulang tertentu yang dapat mengalir dengan aman tanpa membahayakan lingkungan sekitar. Variabel hidrologi yang diperoleh dari analisa debit banjir rancangan ini meliputi estimasi besaran debit jam-jaman, debit puncak yang terjadi, serta waktu yang dibutuhkan untuk tercapainya debit puncak (waktu puncak banjir) [14].

9. Metode Nakayasu

Hidrograf satuan sintetik Nakayasu merupakan salah satu hidrograf satuan sintetik yang telah dikembangkan. HSS ini dihasilkan berdasar pengamatan empiris di Jepang [15]. Parameter-parameter dari hidrograf satuan sintesis ini meliputi :

- tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time to peak magnitude*)
- tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time lag*)
- tenggang waktu hidrograf (*time base of hidrograf*)
- luas daerah pengaliran (*catchment area*)
- panjang alur sungai utama terpanjang (*length of the longest channel*)

Bentuk persamaan dari HSS Nakayasu [12] adalah sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{A.R_e}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right) \dots\dots\dots(9)$$

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \dots\dots\dots(10)$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 L \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \dots\dots\dots(11)$$

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \dots\dots\dots(12)$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \dots\dots\dots(13)$$

$$t_r = 0,5 t_g \dots\dots\dots(14)$$

Bentuk hidrograf satuan diberikan oleh persamaan berikut :

1. Waktu naik ($0 < t < T_p$) :

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \dots\dots\dots(15)$$

2. Waktu turun :

• Untuk batas ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)
 $Q_t = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}} \dots\dots\dots(16)$

• Untuk batas ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$)
 $Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5 T_{0,3})]/(1,5 T_{0,3})} \dots\dots\dots(17)$

• Untuk batas ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$)
 $Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(1,5 T_{0,3})]/(2 T_{0,3})} \dots\dots\dots(18)$

10. Metode SCS (Soil Conservation Service)

SCS menggunakan hidrograf tak berdimensi yang dikembangkan dari analisis sejumlah besar hidrograf satuan dari data lapangan dengan berbagai ukuran DAS dan lokasi berbeda [12]. Bentuk persamaan dari HSS SCS adalah sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{0,208 A}{p_r} \dots\dots\dots(19)$$

$$p_r = \frac{t_r}{2} + t_p \dots\dots\dots(20)$$

$$t_p = C_t (L \cdot L_c)^{0,3} \dots\dots\dots(21)$$

III. Hasil dan Pembahasan

A. Curah Hujan Rerata

Curah hujan rerata dihitung menggunakan metode aritmatik. Hasil perhitungan curah hujan rerata dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Curah Hujan Rerata

Tahun	Curah Hujan Rerata
2011	133,9
2012	87,1
2013	96,65
2014	119,7
2015	84,9
2016	105,3
2017	81,3
2018	78,95
2019	60,35
2020	90,55

B. Parameter Statistik

Parameter statistik dicari dengan menghitung standar deviasi, koefisien *Skewness*, koefisien *Curtosis*, dan koefisien varian. Hasil perhitungan parameter statistik dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3 Perhitungan parameter statistik

Parameter	Normal dan Gumbel	Log Normal dan Log Pearson III
Hujan rata-rata (mm)	93,870	1,963
Standar Deviasi (Sd)	21,212	0,098
Koef. <i>Skewness</i> (Cs)	0,565	-0,046
Koef. Kurtosis (Ck)	4,288	4,416
Koef. Variasi (Cv)	0,226	0,050

C. Analisis Frekuensi

Setelah menghitung parameter statistik, kemudian ditentukan jenis distribusi frekuensi yang bisa digunakan sesuai dengan persyaratan parameter statistik yang sudah ada. Pemilihan jenis distribusi frekuensi yang cocok dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4 Pemilihan jenis distribusi

No	Jenis Distribusi	Perhitungan	Keterangan
1	Normal	Cs = 0,56541 Ck = 4,28841	Tidak Memenuhi
2	Log Normal	-0,04639 \neq 0,14969 4,41571 \neq 3,03986	Tidak Memenuhi
3	Gumbel	Cs = 0,56541 Ck = 4,28841	Tidak Memenuhi
4	Log Pearson Tipe III	Selain dari diatas	Memenuhi

Berdasarkan dari syarat penentuan distribusi frekuensi di atas, dapat dilihat hanya distribusi Log Pearson III yang memenuhi. Sehingga metode yang akan digunakan untuk analisis curah hujan rencana yaitu Metode Distribusi Log Pearson III.

D. Uji Kesesuaian Distribusi

Uji Sebaran Chi Kuadrat menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5 Uji kesesuaian distribusi

Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² /Ef
1	> 110,973	2	2	0	0

2	94,853 - 110,973	2	2	0	0
3	84,527 - 94,853	2	3	1	0,5
4	76,115 - 84,527	2	2	0	0
5	< 76,115	2	1	-1	0,5
Σ		10	10		1

Nilai χ^2 hasil perhitungan akan dibandingkan dengan nilai χ^2_{cr} yang didapat berdasarkan nilai DK dan $\alpha = 5\%$ yaitu 5,991. Nilai $\chi^2 = 1 <$ nilai $\chi^2_{cr} = 5,991$, maka distribusi Metode *Log Pearson* Tipe III memenuhi syarat dan dapat diterima.

E. Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Tipe III

Berdasarkan hasil perhitungan distribusi, maka metode yang memenuhi syarat adalah Metode Distribusi Log *Pearson* Tipe III. Perhitungan analisis hujan rencana Metode Log *Pearson* III dapat dilihat pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6 Curah Hujan Rencana

T	Log R	KT	S	Log Rt	Rt
2	1,963	0,008	0,098	1,963	91,921
5	1,963	0,844	0,098	2,045	110,973
10	1,963	1,276	0,098	2,088	122,333
25	1,963	1,735	0,098	2,132	135,641
50	1,963	2,029	0,098	2,161	144,936
100	1,963	2,292	0,098	2,187	153,775

F. Intensitas Hujan

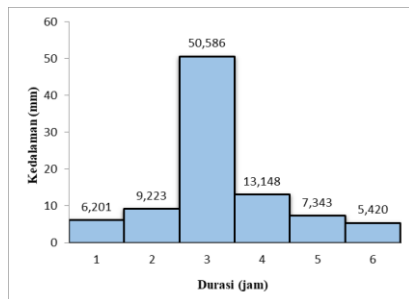
Dalam menghitung nilai debit banjir rencana diperlukannya curah hujan jam-jaman, oleh karena itu curah hujan rencana yang sudah dihitung akan diubah menjadi curah hujan jam-jaman menggunakan Metode *Mononobe*. Adapun hasil perhitungan intensitas hujan Metode *Mononobe* dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7 Intensitas hujan periode ulang tahunan

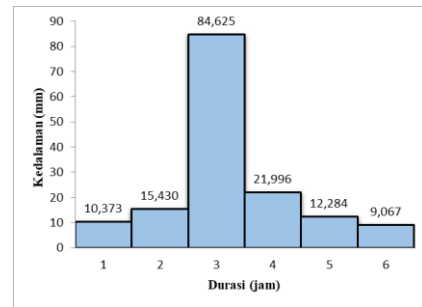
Durasi	Periode ulang					
	2	5	10	25	50	100
1	31,867	38,472	42,410	47,024	50,247	53,311
2	20,075	24,236	26,717	29,623	31,653	33,584
3	15,320	18,495	20,389	22,607	24,156	25,629
4	12,647	15,268	16,831	18,662	19,940	21,156
5	10,898	13,157	14,504	16,082	17,184	18,232
6	9,651	11,651	12,844	14,241	15,217	16,145

G. Hyetograph Hujan Rencana

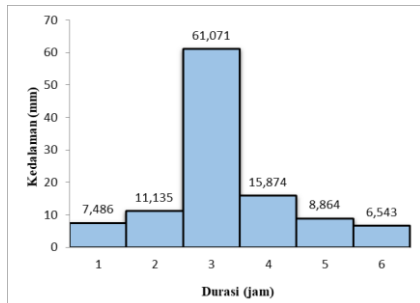
Model distribusi yang akan digunakan yaitu model distribusi *Alternating Block Method* (ABM). Grafik *hyetograph* hujan rencana periode ulang tertentu dapat dilihat pada Gambar 1 sampai dengan 6 berikut:



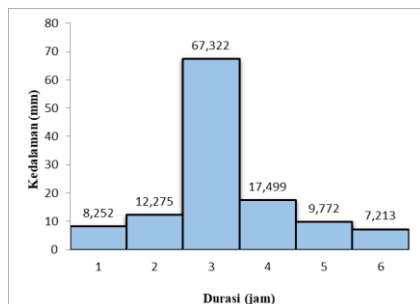
Gambar 1 Hyetograph Periode Ulang 2 Tahun



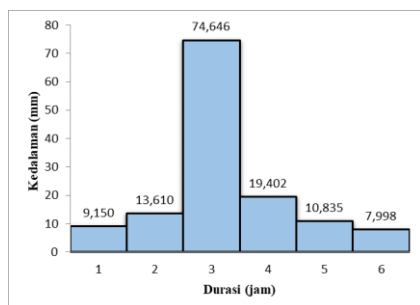
Gambar 6 Hyetograph Periode Ulang 100 Tahun



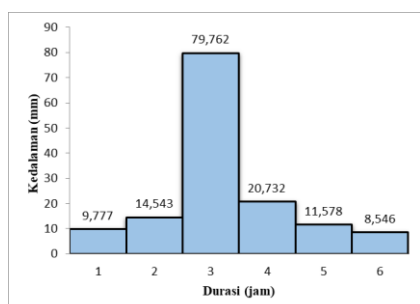
Gambar 2 Hyetograph Periode Ulang 5 Tahun



Gambar 3 Hyetograph Periode Ulang 10 Tahun



Gambar 4 Hyetograph Periode Ulang 25 Tahun



Gambar 5 Hyetograph Periode Ulang 50 Tahun

Berdasarkan Gambar 1 sampai dengan 6 dapat dilihat nilai hujan jam-jaman tertinggi di setiap periode ulang dengan jam ke-2 sebagai yang tertinggi

H. Aliran Dasar / Baseflow

Perhitungan aliran dasar menggunakan metode Gama I dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_b = 0,4715 A^{0,6444} D^{0,943} = 62,826 \text{ m}^3/\text{detik}$$

I. Debit Banjir Rencana

1. Metode Nakayasu

Dalam melakukan analisa debit banjir metode hidrograf satuan sintesis Nakayasu perlu diketahui beberapa parameter sebagai berikut:

$$t_g = 0,21 L^{0,7} = 0,921 \text{ jam}$$

$$t_r = 0,5 t_g = 0,690 \text{ jam}$$

$$T_p = t_g + 0,8 t_r = 1,473 \text{ jam}$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g = 1,841 \text{ jam}$$

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{A \cdot R_e}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right) = 1,910 \text{ m}^3/\text{det}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan hydrograph sebagai berikut:

- a. Pada kurva naik ($0 < t < T_p = 1,473 \text{ jam}$)

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$

- b. Pada kurva turun ($T_p < t < T_p + T_{0,3} = 3,314 \text{ jam}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}}$$

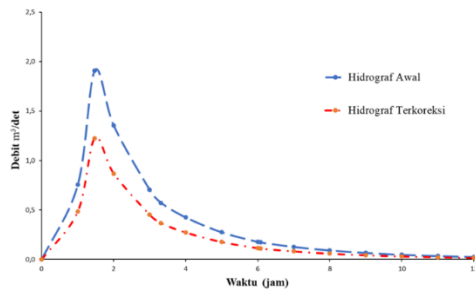
- c. Pada kurva turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} = 6,075 \text{ jam}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5 T_{0,3})]/(1,5T_{0,3})}$$

- d. Pada kurva turun ($t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} = 6,075 \text{ jam}$)

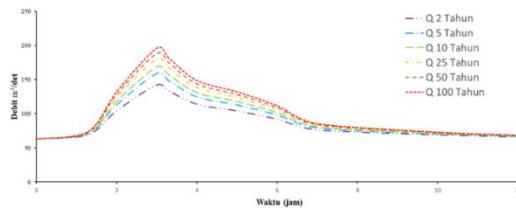
$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(1,5 T_{0,3})]/(2 T_{0,3})}$$

Adapun grafik perhitungan hydrograph Nakayasu dapat dilihat pada Gambar 7 berikut:



Gambar 7 Grafik HSS Nakayasu

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa debit puncak banjir ada pada waktu 1,473 jam dengan nilai debit sebesar 1,231 m³/det karena nilai kedalaman hujan tidak sama dengan satu, maka dilakukan koreksi terhadap hidrograf satuan. Debit dari hasil perhitungan Metode Nakayasu di atas kemudian digunakan untuk perhitungan debit banjir rancangan dengan beberapa periode ulang. Grafik banjir rancangan dengan Metode Nakayasu dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun dapat dilihat pada Gambar 8 berikut:



Gambar 8 Grafik debit banjir puncak dengan HSS Nakayasu

Berdasarkan Gambar 8 Grafik debit banjir puncak dengan HSS Nakayasu dapat dilihat perbedaan pada debit banjir puncak dari keseluruhan periode ulang dengan yang tertinggi yaitu periode ulang 100 tahun. Hasil dari debit banjir puncak dengan periode ulang tertentu dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Debit banjir rencana dengan HSS Nakayasu

Periode Ulang	Debit Banjir (m ³ /detik)
Q 2th	142,324
Q 5th	158,800
Q 10th	168,625
Q 25th	180,135
Q 50th	188,174
Q 100th	195,818

Dari nilai yang tertera pada tabel di atas dapat disimpulkan bahwa dalam periode ulang 2 tahun kemungkinan terjadi banjir dengan nilai sebesar 142,324 m³/det dengan probabilitas sebesar 50 %.

2. Metode SCS

Hidrograf ini menggunakan fungsi hidrograf yang tidak berdimensi yang dikembangkan dari analisis sejumlah besar hidrograf satuan dari data dilapangan dari berbagai ukuran DAS dan lokasi berbeda. Perhitungan hidrograf dengan rumus-rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

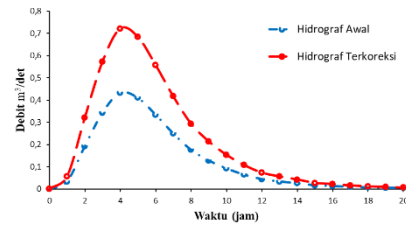
- Waktu dari titik berat durasi hujan efektif ke puncak hidrograf satuan (t_p)

$$t_p = C_t (L.L_c)^{0,3} = 4,324 \text{ jam}$$
- Waktu yang diperlukan untuk mencapai laju aliran puncak (p_r)

$$P_r = \frac{t_r}{2} + t_p = 7,324 \text{ jam}$$
- Debit puncak banjir (Q_p)

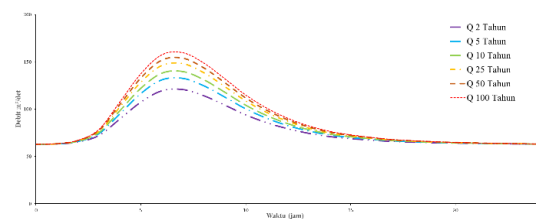
$$Q_p = \frac{0,208 \cdot A}{p_r} = 0,446 \text{ m}^3/\text{det}$$

Adapun grafik perhitungan hydrograph SCS dapat dilihat pada Gambar 9 berikut:



Gambar 9 Grafik HSS SCS

Berdasarkan Gambar 9 grafik hidrograf sintetik satuan Metode SCS dapat dilihat bahwa debit puncak banjir ada pada waktu 4 jam dengan nilai debit sebesar 0,722 m³/det karena nilai kedalaman hujan tidak sama dengan satu, maka dilakukan koreksi terhadap hidrograf satuan. Debit dari hasil perhitungan Metode SCS di atas kemudian digunakan untuk perhitungan debit banjir rancangan dengan beberapa periode ulang. Grafik banjir rancangan dengan Metode SCS dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun dapat dilihat pada Gambar 10 berikut:



Gambar 10 Grafik debit banjir puncak dengan HSS SCS

Berdasarkan Gambar 10 Grafik debit banjir puncak dengan HSS SCS, metode SCS memiliki perbedaan yang sama dengan metode Nakayasu yaitu pada debit banjir puncak dari keseluruhan periode ulang dengan yang tertinggi yaitu periode ulang 100 tahun.

Tabel 9 Debit banjir rencana dengan HSS SCS

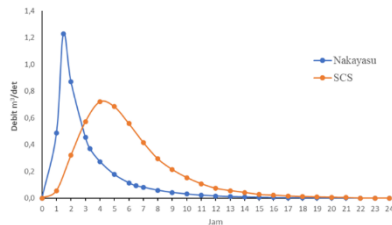
Periode Ulang	Debit Banjir (m ³ /detik)
Q 2th	120,616
Q 5th	132,594
Q 10th	139,736
Q 25th	148,103
Q 50th	153,947
Q 100th	159,503

Dari nilai yang tertera pada tabel 9 di atas dapat disimpulkan bahwa dalam periode ulang 2 tahun

kemungkinan terjadi banjir dengan nilai sebesar $120,616 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan probabilitas sebesar 50 %.

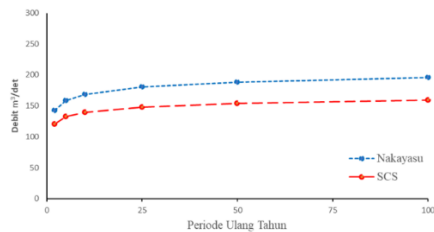
J. Perbandingan HSS Nakayasu dan SCS

Berdasarkan dari hasil perhitungan nilai debit banjir rencana dengan menggunakan metode HSS Nakayasu dan SCS, selanjutnya akan dilakukan perbandingan antara kedua metode HSS yang dapat dilihat pada Gambar 11 berikut:



Gambar 11 Perbandingan Grafik debit banjir rencana HSS Nakayasu dan SCS

Berdasarkan Gambar 11 dapat dilihat untuk waktu puncak dari metode HSS Nakayasu membutuhkan waktu sebesar 1,473 jam, sedangkan untuk metode HSS SCS membutuhkan waktu sebesar 4 jam. Berikutnya pada debit puncak dari HSS Nakayasu adalah $1,231 \text{ m}^3/\text{det}$, sedangkan debit puncak HSS SCS adalah $0,722 \text{ m}^3/\text{det}$. Debit banjir dengan kala ulang tertentu dari kedua metode dapat dilihat pada Gambar 12 berikut:



Gambar 12 Perbandingan Debit Banjir Nakayasu dan SCS

Berdasarkan Gambar 12 dapat dilihat bahwa debit banjir rencana hasil perhitungan dengan metode HSS Nakayasu dan SCS memiliki nilai berbeda diantara semua periode ulang. Debit banjir periode ulang 50 tahun Nakayasu adalah sebesar $188,174 \text{ m}^3/\text{det}$ sedangkan untuk SCS sebesar $153,947 \text{ m}^3/\text{det}$.

IV. Kesimpulan

Nilai debit banjir rencana untuk metode HSS Nakayasu Q_{2th} , Q_{5th} , Q_{10th} , Q_{25th} , Q_{50th} , dan Q_{100th} masing-masing sebesar $101,181 \text{ m}^3/\text{det}$, $117,932 \text{ m}^3/\text{det}$, $127,920 \text{ m}^3/\text{det}$, $139,622 \text{ m}^3/\text{det}$, $147,795 \text{ m}^3/\text{det}$, dan $155,566 \text{ m}^3/\text{det}$ dan untuk metode HSS SCS Q_{2th} , Q_{5th} , Q_{10th} , Q_{25th} , Q_{50th} , dan Q_{100th} masing-masing sebesar $78,149 \text{ m}^3/\text{det}$, $90,127 \text{ m}^3/\text{det}$, $97,269 \text{ m}^3/\text{det}$, $105,636 \text{ m}^3/\text{det}$, $111,480 \text{ m}^3/\text{det}$, dan $117,036 \text{ m}^3/\text{det}$.

Perbedaan pada bentuk hidrografnya yaitu untuk HSS Nakayasu pada saat kondisi naik membutuhkan waktu yang cepat dan pada saat kondisi

turun membutuhkan waktu yang lambat, sedangkan untuk HSS SCS pada saat kondisi naik dan turun membutuhkan waktu yang relatif hampir sama yaitu tidak terlalu cepat. Waktu puncak HSS Nakayasu membutuhkan waktu sebesar 1,289 jam, sedangkan untuk metode HSS SCS membutuhkan waktu sebesar 4 jam. Debit puncak dari HSS Nakayasu adalah $1,233 \text{ m}^3/\text{det}$, sedangkan debit puncak HSS SCS adalah $0,722 \text{ m}^3/\text{det}$.

V. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti dan maksimal diperlukan data dari pos hujan yang lebih lengkap agar dapat memperhitungkan nilai debit banjir dengan lebih detail. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan masukan yang berguna untuk kepentingan penanggulangan banjir di daerah kawasan sekitar Sungai Krueng kala.

VI. Daftar Pustaka

- [1] Salampessy, M. 2020. *Buku Ajar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Bogor : PT Penerbit IPB Press.
- [2] Marsudi, S. 2021. *Morfologi Sungai*. Jawa Timur : AE Media Grafika.
- [3] Syarifudin, A. (2017). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Andi.
- [4] Kodoatie, R J. 2013. *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Yogyakarta : Andi offset.
- [5] Istihora. 2020. *Buku Ajar Keperawatan Gawat Darurat "Kesiapsiagaan Bencana Banjir"*. Surabaya : CV. Jakad Media Publishing.
- [6] Kodoatie, R J. 2002. *Banjir : Beberapa Penyebab Dan Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- [7] Yulaelawati, E. 2008. *Mencerdasi Banjir : banjir, tanah longsor, tsunami, gempa bumi, gunung api, kebakaran*. Jakarta : Grasindo.
- [8] Harahap, L. (2021, November 17). *Banjir rendam rumah warga di Lhoong Aceh Besar*. Diakses pada Merdeka.com: <https://www.merdeka.com/peristiwa/banjir-rendam-rumah-warga-di-lhoong-aceh-besar.html>
- [9] Rusmayadi, G.(2019). *Agroklimatologi Di Era Perubahan Iklim Global*. Purwokerto : CV IRDH.
- [10] Ariyani, D. 2015. *Hidrologi*. Jakarta: Universitas Pancasila.
- [11] Hendri, A. 2015. *Analisis Metode Intensitas Hujan Pada Stasiun Hujan Pasar Kampar Kabupaten Kampar*. Annual Civil Engineering Seminar 2015, Pekanbaru, 297.
- [12] Triatmodjo, B. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- [13] Suwignyo. 2021. *HIDROLOGI Aplikasi Untuk Teknik Sipil*. Malang : UMM Press.
- [14] Harisuseno, D. 2017. *Limpasan Permukaan Secara Keruangan*. Malang: UB Press.
- [15] Saidah, H. 2021. *Drainase Perkotaan*. Medan: Yayasan Kita Menulis.