

ESTIMASI DEBIT MAKSIMUM MENGGUNAKAN METODE *HSS* *SNYDER* PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) KAPUAS KECAMATAN SUNGAI KAKAP

Ika Muthya Anggraini¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Panca Bhakti

*Koresponden email : ikamuthya.a@upb.ac.id

Diterima: 15 Desember 2022

Disetujui: 30 Desember 2022

ABSTRACT

Sungai Kakap District area is included in a flood-prone area. This region is a coastal area that has very high rainfall with the wet months being longer than the dry months. In dealing with floods in this area, it is necessary to know the maximum flood discharge or discharge in the Kapuas watershed, Sungai Kakap District. This research aims to determine the magnitude of the design flood discharge at various return periods using the Snyder Synthetic Unit Hydrograph (HSS) Method. Synthetic unit hydrograph using the Snyder method, which is based on the relationship between hydrograph characteristics and watershed characteristics. The watershed characteristics referred to in the interconnected hydrograph elements are the area of the watershed, the length of the main flow and the distance between the center of gravity of the watershed and the outlet measured along the main flow. The maximum discharge values obtained are for return periods of 2, 5, 10, 15, 20, 50 years respectively, namely 367.01 m³ /s, 508,434 m³ /s, 528,481 m³ /s, 612,773 m³ /s, 631,856 m³ /s and 712,064 m³ /s

Keywords: watershed. Flood Discharge, HSS, Snyder, Kapuas River

ABSTRAK

Wilayah Kecamatan Sungai Kakap termasuk dalam daerah rawan banjir. Wilayah ini merupakan kawasan pesisir yang memiliki curah hujan yang sangat tinggi dengan rentang bulan basah lebih lama dibandingkan dengan bulan kering. Dalam penanggulangan banjir di wilayah ini perlu diketahui debit banjir atau debit maksimum pada DAS Kapuas Kecamatan Sungai Kakap. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besarnya debit banjir rancangan pada berbagai kala ulang tertentu dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder. Hidrograf satuan sintetis dengan menggunakan metode Snyder yaitu berdasarkan hubungan karakteristik hidrograf dengan karakteristik pada DAS. Karakteristik DAS yang dimaksud dalam unsur – unsur hidrograf yang saling berhubungan yaitu ada luas DAS, panjang aliran utama, madan jarak antara titik berat DAS dengan outlet yang diukur di sepanjang aliran utama. Adapun nilai debit maksimum yang didapat yaitu pada periode ulang 2, 5, 10, 15, 20, 50 tahun masing-masing yaitu sebesar 367,01 m³ /dt, 508.434 m³ /dt, 528.481 m³ /dt, 612.773 m³ /dt, 631,856 m³ /dt dan 712.064 m³ /dt

Kata Kunci: DAS, Debit Banjir, HSS, Snyder, Sungai Kapuas

PENDAHULUAN

Kecamatan Sungai Kakap yang terletak di Kabupaten Kubu Raya Provinsi Kalimantan Barat merupakan salah satu kecamatan yang ada di wilayah tersebut. Berbatasan dengan Kabupaten Siantan di Utara, Kabupaten Teluk Pakedai di Selatan, Laut Natuna di Barat, dan Kabupaten Sungai Raya di Timur. Kecamatan ini memiliki garis pantai sepanjang kurang lebih 46,13 km yang membentang dari Desa Sungai Kupah hingga Desa Sepuk Laut. Batas timur kabupaten ini terletak antara 13 km hingga 28 km dari garis pantai. Wilayah Kecamatan Sungai Kakap termasuk kedalam iklim tipe A2 yaitu dengan jumlah bulan basah secara berturut-turut lebih dari sembilan bulan dengan jumlah bulan kering tiga kali. Bulan basah dimaksudkan sebagai bulan dengan curah hujan bulanan lebih besar dari 200 mm, sedangkan bulan kering dimaksudkan sebagai bulan dengan curah hujan bulanan kurang dari 100 mm [1].

Berdasarkan dengan tipe iklim, wilayah Kecamatan Sungai Kakap termasuk kedalam zona wilayah agroklimat yang umumnya sesuai untuk budidaya padi terus menerus namun produksi agak rendah karena kerapatan fluks matahari rendah sepanjang tahun. Kecamatan Sungai Kakap memiliki tingkat curah hujan yang cukup tinggi. Curah hujan tahunan rata-rata lebih dari 3.000 mm dan hampir merata di seluruh wilayah. Hal ini juga menjadikan wilayah kecamatan Sungai Kakap termasuk dalam wilayah rawan banjir.

Pada perencanaan pengendalian banjir, dibutuhkan data debit puncak dan waktu puncak [2]. Tetapi kebanyakan sungai tidak memiliki alat ukur debit. Kalaupun ada, data tersebut biasanya tidak lengkap dan berdurasi pendek. Maka dari itu digunakan metoda yang paling praktis dan sederhana dalam mendapatkan debit puncak dan waktu puncak pada daerah aliran sungai yang tidak terukur, yaitu dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik [3]. Hidrograf satuan sintetik dengan menggunakan metode Snyder yaitu berdasarkan hubungan karakteristik hidrograf dengan karakteristik pada DAS. Karakteristik DAS yang dimaksud dalam unsur – unsur hidrograf yang saling berhubungan yaitu ada luas DAS, panjang aliran utama, dan jarak antara titik berat DAS dengan outlet yang diukur di sepanjang aliran utama. [4]

Berdasarkan permasalahan diatas, maka perlu dilakukan penghitungan perkiraan debit maksimum pada kala ulang tertentu di DAS Kapuas dalam wilayah Kecamatann Sungai Kakap. Saat ini belum pernah dilakukan penelitian mengenai debit banjir Rencana dengan metode Hidrograf Satuan Sintetis pada DAS tersebut. Harapannya, data yang diperoleh dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak dalam pengembangan sumber daya air di wilayah tersebut.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan pada DAS Kecamatan Sungai Kakap. Adapun peta DAS Kecamatan Sungai Kakap dapat dilihat pada Gambar 1. Berikut.



Gambar 1. Peta DAS Kecamatan Sungai Kakap

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai debit maksimum. Adapun langkah-langkah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Siapkan data hujan maksimum (urutkan data dari kecil ke besar)
2. Hitung rerata dari jumlah curah hujan
3. Hitung penetapan parameter statistik hujan maksimum
4. Uji kesesuaian distribusi frekuensi kemudian pilih nilai yang paling mendekati atau diterima
5. Hitung periode ulang 10,15,20, dan 50 tahun
6. Analisis debit banjir dengan menggunakan *HSS Snyders*.

Terdapat 2 (dua) metode dalam analisa debit banjir yaitu metode Smirnov-Kolmogorov dan metode Chi-Kuadrat (χ^2). Pada penggunaan uji Smirnov-Kolmogorov, meskipun menggunakan perhitungan matematis namun kesimpulan hanya berdasarkan pada bagian tertentu (sebuah variat) yang mempunyai penyimpangan terbesar. Sedangkan uji Chi-Kuadrat (χ^2), menguji penyimpangan distribusi data pengamatan dengan seluruh bagian garis persamaan distribusi teoritisnya (garis lurus maupun garis lengkungnya) dengan demikian uji Chi-Kuadrat (χ^2) lebih teliti dibandingkan uji Smirnov-Kolmogorov). Berdasarkan kutipan tersebut, maka pada perencanaan ini analisa debit banjir menggunakan metode Chi-Kuadrat (χ^2) [5].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11A/PRT/M/2006 tentang Kriteria dan Penetapan Wilayah Sungai (WS), wilayah Kecamatan Sungai Kakap termasuk dalam Wilayah Sungai (WS) Kapuas .Sungai Kapuas dan anak sungainya mengalir wilayah Kecamatan Sungai Kakap. Adapun Luas DAS Kecamatan Sungai Kakap yaitu 45.317. Ha.

Penelitian ini menggunakan analisis hidrologi menggunakan data curah hujan Stasiun PTK-12 Sungai Kakap Tahun 2012-2021. Adapun hasil penetapan parameter statistik hujan maksimumnya dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 1. Penetapan Parameter Statistik Hujan Maksimum

No	Xi	Xi-X	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
1	244	119	14089.69	1672446.20	198519364.30
2	156	31	942.49	28934.44	888287.40
3	74	-51	2631.69	-135005.70	6925792.26
4	130	5	22.09	103.82	487.97
5	152	27	712.89	19034.16	508212.15
6	175	50	2470.09	122763.47	6101344.61
7	82	-43	1874.89	-81182.74	3515212.51
8	80	-45	2052.09	-92959.68	4211073.37
9	60	-65	4264.09	-278445.08	18182463.53
10	100	-25	640.09	-16194.28	409715.21
Jumlah	1253	0	29700	1239495	239261953
Rata-rata	125	0	2970	123949	23926195

Dari tabel di atas dapat dihitung:

$$\square \text{ standar deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{29700}{10-1}} = 57.446$$

$$\square \text{ koefisien skewness (Cs)} = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \left(\frac{\sum \frac{xi - \bar{x}}{S}}{S} \right)^3 = 0.908$$

$$\square \text{ koefisien kurtosis (Ck)} = \left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left(\frac{x_i - \bar{x}}{S} \right)^4 \right\} - \frac{3 - (n-1)^2}{(n-2)(n-3)} = 0.465$$

a. Pengujian Dengan Menggunakan Metode Normal

Pengujian metode normal, ditentukan persamaan garis lurus dengan metode normal untuk perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan besar peluang tertentu atau periode ulang tertentu.

Tabel 2. Pengelompokkan Data Curah Hujan Yang di Uji Berdasarkan Peluang Uji Chi Kuadrat (χ^2) Untuk Metode Normal

Metode Normal		X	=	X _{rata-rata}	+	K	x	S
		X	=	125.30	+	K	x	57.45
P	= 1 - 0.2 = 0.8	X	=	125.30	+	-0.84	x	57.45 = 77.04559
P	= 1 - 0.4 = 0.6	X	=	125.30	+	-0.25	x	57.45 = 110.93857
P	= 1 - 0.6 = 0.4	X	=	125.30	+	0.25	x	57.45 = 139.66143
P	= 1 - 0.8 = 0.2	X	=	125.30	+	0.84	x	57.45 = 173.55441

Penentuan jumlah peluang dimaksudkan untuk penentuan batas interval kelas. Karena pada contoh ini jumlah sub grup adalah 5, maka batas intervalnya kelasnya 5, dan jumlah peluang yang diambil adalah 4, yakni; 0,2; 0,4; 0,6 dan 0,8.

Hasil dari perhitungan untuk tiap peluang pada tabel diatas, dijadikan batas interval untuk perhitungan pengujian dengan chi kuadrat (χ^2) , seperti tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Chi Kuadrat (χ^2) Terhadap Data Curah Hujan Untuk Metode Normal

Metode	Peluang	X	Nilai Batas	O _i	E _i	(O _i -E _i) ²	ch ²	Keputusan	dk	ch ² Tabel
Normal	P = 1 - 0.2 = 0.8	77.046	< 77.046	0	2	4	2.00	Ditolak	2	5.991
	P = 1 - 0.4 = 0.6	110.939	77.047 - 110.939	6	2	16	8.00			
	P = 1 - 0.6 = 0.4	139.661	110.940 - 139.661	2	2	0	0.00			
	P = 1 - 0.8 = 0.2	173.554	139.662 - 173.554	1	2	1	0.50			
			> 173.554	1	2	1	0.50			
			Jumlah	10	10	11.00				

b. Pengujian Dengan Menggunakan Metode Gumbel Tipe I

Pengujian metode Gumbel Tipe I dengan Chi Kuadrat (χ^2) ditentukan persamaan garis lurus. Pada pengujian metode Gumbel Tipe I, persamaan garis lurus model matematiknya ditentukan dengan metode momen dengan hasil perhitungan yakni sebagai berikut.

$$a = \frac{1,283}{S} = \frac{1,283}{57.45} = 0,02233$$

$$X_o = X_{rata-rata} - \frac{0,577}{a} = 125.30 - \frac{0,577}{0,02233} = 99.465$$

$$Y = a(X - X_o)$$

$$X = \frac{Y + 0,9}{0.02233}$$

Selanjutnya, ditentukan nilai Y untuk masing-masing peluang metode Gumbel Tipe I. Nilai Y atau faktor reduksi gumbel merupakan fungsi dari besarnya peluang atau periode ulang.

Tabel 4. Pengelompokkan Data Curah Hujan Yang di Uji Berdasarkan Peluang Uji Chi Kuadrat (χ^2) Untuk Metode Gumble Tipe I

Metode Gumbel Tipe I					X	=	Y	+	0.9	
					0.0223					
P	=	1	-	0.2	=	0.8	X	=	-0.476	+ 0.9 = 18.98
					0.0223					
P	=	1	-	0.4	=	0.6	X	=	0.087	+ 0.9 = 44.19
					0.0223					
P	=	1	-	0.6	=	0.4	X	=	0.671	+ 0.9 = 70.34
					0.0223					
P	=	1	-	0.8	=	0.2	X	=	1.510	+ 0.9 = 107.91
					0.0223					

Hasil dari perhitungan untuk tiap peluang tabel diatas dijadikan batas interval untuk perhitungan pengujian dengan Chi Kuadrat (χ^2), adapun hasil pengujian Chi Kuadrat (χ^2) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Hasil pengujian Chi Kuadrat (χ^2) Terhadap Data Curah Hujan Berdasarkan Peluang Uji Untuk Metode Gumble Tipe I

Metode	Peluang	X	Nilai Batas	O _i	E _i	(O _i -E _i) ²	ch ²	Keputusan	dk	ch ² Tabel
Gumbel Tipe I	P = 1 - 0.2 = 0.8	18.984	< 18.984	0	2	4	2.00	Ditolak	2	5.991
	P = 1 - 0.4 = 0.6	44.192	18.985 - 44.192	5	2	9	4.50			
	P = 1 - 0.6 = 0.4	70.341	44.193 - 70.341	2	2	0	0.00			
	P = 1 - 0.8 = 0.2	107.907	70.342 - 107.907	2	2	0	0.00			
			> 107.907	1	2	1	0.50			
			Jumlah	10	10	7.00				

c. Pengujian Dengan Menggunakan Metode Log Normal III Parameter

Nilai karakteristik (k) dari distribusi log normal 3 parameter merupakan fungsi dari kemencengan CS. Berdasarkan tabel nilai faktor frekuensi k untuk distribusi log normal 3 parameter dalam Soewarno (1995:221) dan dari nilai CS hasil perhitungan didapat nilai k seperti berikut.

		20	40	50	60	80
K LOG Normal 3 Parameter						
Cs Min	0.800	-0.1906	-0.1489	-0.1241	0.1739	0.7700
Cs Hitung	0.908	-0.2205	-0.1654	-0.1378	0.1603	0.7564
Cs Max	1.000	-0.2392	-0.1794	-0.1495	0.1486	0.7449

Setelah diketahui nilai peluang atau nilai k tersebut, didapat hasilnya seperti berikut.

Tabel 6. Pengelompokkan Data Curah Hujan Yang di Uji Berdasarkan Peluang Uji Chi Kuadrat (χ^2) Untuk Metode Log Normal III Parameter

Metode Log Normal 3 Parameter	$X = \frac{X_{rata-rata}}{S}$	$X = 125.30$	$+ K$	x	S	
P = 1 - 0.2 = 0.8	X = 125.30 + 0.221	x	57.45	=	112.63160	
P = 1 - 0.4 = 0.6	X = 125.30 + 0.165	x	57.45	=	115.79870	
P = 1 - 0.6 = 0.4	X = 125.30 + 0.160	x	57.45	=	134.50609	
P = 1 - 0.8 = 0.2	X = 125.30 + 0.756	x	57.45	=	168.75379	

Tabel 7. Hasil pengujian Chi Kuadrat (χ^2) Terhadap Data Curah Hujan Berdasarkan Peluang Uji Untuk Metode Log Normal III Parameter

Metode	Peluang	X	Nilai Batas	O _i	E _i	(O _i -E _i) ²	ch ²	Keputusan	dk	ch ² Tabel
LOG Normal 3 Parameter	P = 1 - 0.2 = 0.8	112.6315978	< 112.632	2	2	0	0.00	Diterima	2	5.991
	P = 1 - 0.4 = 0.6	115.7986983	112.633 - 115.799	2	2	0	0.00			
	P = 1 - 0.6 = 0.4	134.5060942	115.800 - 134.506	3	2	1	0.50			
	P = 1 - 0.8 = 0.2	168.7537855	134.507 - 168.754	2	2	0	0.00			
			> 168.754	1	2	1	0.50			
Jumlah				10	10	0.50				

Pengambilan keputusan pada ketiga metode tersebut berdasarkan nilai Chi Kuadrat (χ^2). Dapat dilihat bahwa pada metode Normal dan metode Gumbel Tipe 1 nilai Chi Kuadrat (χ^2) hitung > Chi Kuadrat (χ^2) tabel, sedangkan pada metode Gumbel Tipe 1 nilai Chi Kuadrat (χ^2) hitung < Chi Kuadrat (χ^2) tabel.

Dilihat dari hasil perhitungan ketiga metode tersebut, metode Log Normal III Parameter merupakan metode yang dapat diterima. Sehingga yang digunakan untuk analisis debit banjir adalah metode Log Normal III Parameter. Metode tersebut selanjutnya digunakan untuk analisa debit banjir dengan perhitungan HSS snyder .

Analisa Debit Banjir Dengan Menggunakan HSS Snyder

Dari pengujian chi kuadrat, diketahui bahwa metode normal dapat digunakan untuk analisa hujan maksimum. Selanjutnya analisa hujan maksimum untuk mendapatkan Nilai periode ulang R₁₀, R₁₅, R₂₀, dan R₅₀ menggunakan metode normal. Periode ulang adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu (xT) akan disamai atau dilampaui dalam jangka waktu misalnya 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, dan 1000 tahun sekali [6]. Perhitungan hujan periode ulang dimaksudkan untuk menghitung hujan rencana. Hujan rencana akan digunakan sebagai data masukan untuk perhitungan hidrograf. Perhitungan periode ulang didasarkan pada analisis distribusi frekuensi.

Didapatkan hasil seperti berikut.

$$R = X_{rata-rata} + (S \times K)$$

Y	=	Y	+	k	x	s	
X ₂	=	125.30	+	0		57.4457	= 125.3
X ₅	=	125.30	+	0.84		57.4457	= 77.04559253
X ₁₀	=	125.30	+	1.28		57.4457	= 198.8305257
X ₁₅	=	125.30	+	1.46		57.4457	= 209.1707558
X ₂₀	=	125.30	+	1.64		57.4457	= 219.510986
X ₅₀	=	125.30	+	2.05		57.4457	= 243.0637325

Nilai k pada perhitungan diatas didapat dari tabel nilai variabel Reduksi Gauss menurut Bonnier (1980) dalam soewarno (1995:119).

Setelah didapat hujan periode ulang 10,15,20,dan 50 tahun, selanjutnya dilakukan perhitungan intensitas curah hujan I_{10} , I_{15} , I_{20} , dan I_{50} dengan menggunakan metode monobe. Pada metode monobe, besarnya nilai intensitas hujan dapat dicari dengan rumus sebagai berikut.

$$I = \left[\frac{R_{24}}{24} \right] \left[\frac{24}{t_c / 60} \right]^m$$

Dimana :

I = intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} = hujan harian atau curah hujan harian maksimum yang sesuai dengan periode ulang yang ditentukan (mm)

m = konstanta (0,667) namun berdasarkan hasil penelitian Sujono, UGM, untuk wilayah Kalimantan nilai m adalah 0,4. Pada perencanaan ini nilai m yang digunakan adalah sebesar 0,4.

Dengan menggunakan rumus diatas didapatkan nilai intensitas hujan sebagai berikut.

I_2 = 43.4391 mm/jam
 I_5 = 26.7102 mm/jam
 I_{10} = 68.9307 mm/jam
 I_{15} = 72.5155 mm/jam
 I_{20} = 76.1002 mm/jam
 I_{50} = 84.2655 mm/jam

Perhitungan yang sama dilakukan untuk 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam dari masing-masing periode sehingga didapatkan hasil seperti pada tabel berikut.

Tabel 8. Intensitas curah hujan Periode 10 tahun tiap 1,2,3 dan 4 jam

t(menit)	R_{10}	60	120	180	240
Intensitas 10 tahun (mm/jam)	68.931	23.897	15.054	11.488	9.484
Tinggi Ch (mm)	68.931	23.897	30.108	34.465	37.934
Tinggi Ch Akumulatif Per jam (mm)	68.931	23.897	6.211	4.357	3.469

Tabel 9. Intensitas curah hujan Periode 15 tahun tiap 1,2,3 dan 4 jam

t(menit)	R₁₅	60	120	180	240
Intensitas 15 tahun (mm/jam)	72.515	25.140	15.837	12.086	9.977
Tinggi Ch (mm)	72.515	25.140	31.674	36.258	39.907
Tinggi Ch Akumulatif Per jam (mm)	72.515	25.140	6.534	4.584	3.649

Tabel 10. Intensitas curah hujan Periode 20 tahun tiap 1,2,3 dan 4 jam

t(menit)	R₂₀	60	120	180	240
Intensitas 20 tahun (mm/jam)	76.100	26.382	16.620	12.683	10.470
Tinggi Ch (mm)	76.100	26.382	33.240	38.050	41.880
Tinggi Ch Akumulatif Per jam (mm)	76.100	26.382	6.857	4.810	3.829

Tabel 11. Intensitas curah hujan Periode 50 tahun tiap 1,2,3 dan 4 jam

t(menit)	R₅₀	60	120	180	240
Intensitas 50 tahun (mm/jam)	84.265	29.213	18.403	14.044	11.593
Tinggi Ch (mm)	84.265	29.213	36.806	42.133	46.373
Tinggi Ch Akumulatif Per jam (mm)	84.265	29.213	7.593	5.326	4.240

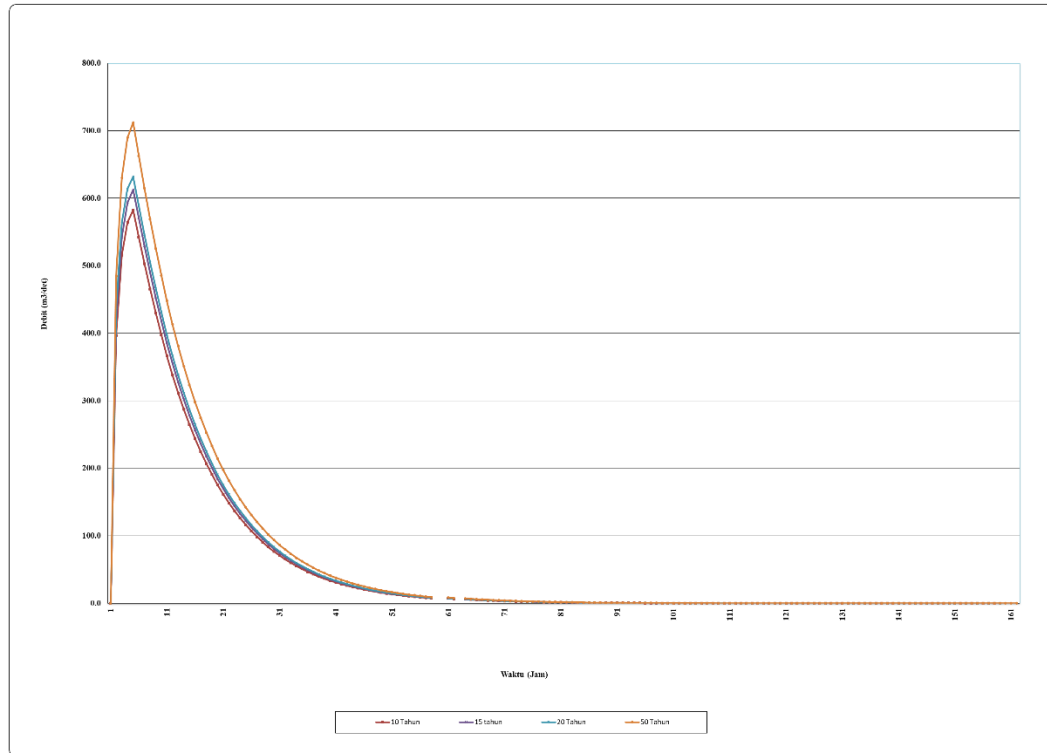
Setelah didapat nilai intensitas curah hujan tersebut didapatlah debit maksimum untuk periode ulang 10,15,20 dan 50 tahun dengan menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder.

Dari tabel perhitungan menggunakan HSS Snyder tersebut , didapatlah debit maksimum untuk periode ulang 10,5,20, dan 50 tahun sebagai berikut.

Tabel 12. Debit Maksimum DAS Kapuas Kec. Sungai Kakap Untuk Periode Ulang 10, 15, 20, dan 50 Tahun

No.	Periode Ulang (Tahun)	Debit Banjir Rencana (m³/det)
1	2	367.071
2	5	508.434
3	10	582.481
4	15	612.773
5	20	631.856
6	50	712.064

Debit maksimum DAS Kapuas Kecamatan Sungai Kakap tersebut yang terjadi pada jam ke-4 (Secara grafis, perhitungan debit maksimum menggunakan metode HSS Snyder dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Grafik HSS Snyder DAS Kapuas Kec. Sungai Kakap

Sumber: Hasil Perhitungan, 2022

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan yaitu Debit puncak DAS Kapuas Kecamatan Sungai Kakap berdasarkan metode perhitungan HSS Snyder untuk periode ulang 2, 5, 10, 15, 20, 50 tahun masing-masing yaitu sebesar 367,01 m³ /dt, 508.434 m³ /dt, 528.481 m³ /dt, 612.773 m³ /dt, 631,856 m³ /dt dan 712.064 m³ /dt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Kubu Raya, 2001. Identifikasi Dan Inventarisasi Kawasan Pedesaan Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya. Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat

- [2] Junia, Nurhasanah, Manyuk Fauzi, Imam Suprayogi.2015. Kesesuain Model Hidrograf Satuan Sintetik Studi Kasus Sub Daerah Aliran Sungai Siak Bagian Hulu. Jom FTEKNIK Volume 2 No. 1 Februari 2015
- [3] Natakusumah, D.K.2014.Cara menghitung debit banjir dengan metode Hidrograf Satuan Sintetis. Jurnal Teknik Sipil. Institus Teknologi Bandung
- [4] Monika Indriyani,dkk. Analisa Debit Puncak Menggunakan Pendekatan Metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder dan HEC-HMS (Studi Kasus: DAS Silandak, Kota Semarang) . ISSN : 2620-5297 (online) .Volume 6 Nomor 1 Juni G-SMART Jurnal Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang.
- [5] Soewarno. 2000. Hidrologi Operasional. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti.
- [6] Triatmodjo, Bambang.1995.Hidraulika 1.Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Jogjakarta.