

ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA PADA SEI PUTIH (Studi Kasus)

Tolhas Tri Jawantoro Lumban Gaol¹⁾, Rizky Franchitika, ST., M.Eng²⁾
tolhasmarbun360@gmail.com¹, Rizky.franchitika@gmail.com²

ABSTRAK

Sei Putih merupakan salah satu sungai yang alirannya melintasi pemukiman warga Kota Medan. Daerah rawan banjir di wilayah perencanaan mencakup daerah muara sungai, dataran banjir terutama disepanjang Sei Putih. Untuk pengamanan bahaya banjir di sungai dapat diadakan perencanaan pengamanan terhadap bencana banjir dengan merencanakan bangunan yang bertujuan untuk mengurangi kerusakan yang terjadi akibat banjir sampai pada tingkat yang paling minimum. Perencanaan pengendalian tersebut dapat dilakukan dengan baik apabila data-data curah hujan disetiap stasiun hujan dapat diketahui dan dihitung debitnya dengan menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik. Metode Hidrograf yang dipakai adalah Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. Metode ini bertujuan menganalisis besarnya curah hujan rencana yang mungkin terjadi pada Sei Putih sampai tahun 2070 dan menganalisis debit banjir rancangan untuk mengevaluasi besarnya debit banjir rancangan pada berbagai kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 tahun. Dalam hasil analisa curah hujan yang digunakan untuk perhitungan intensitas curah hujan adalah nilai distribusi curah hujan Log Pearson III periode ulang 10 tahunan (2012-2021). Dari hasil perhitungan didapat besarnya curah hujan maksimum yang akan terjadi yaitu sebesar 620,35 mm, dan debit banjir rencana HSS Nakayasu kala ulang 2,5,10,25,50 tahun adalah 130,58 m³/d, 150,488 m³/d, 160,48 m³/d, 168,799 m³/d, 184,56 m³/d dan 171,295 m³/d. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit banjir dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, oleh sebab itu diperlukan perawatan ataupun pengorekan terhadap Sungai.

Kata kunci: Banjir, Nakayasu, Kala Ulang.

ABSTRACT

Sei Putih is one of the rivers whose flow crosses the settlements of Medan City residents. Flood-prone areas in the planning area include river estuaries, floodplains especially along Sei Putih. To protect against floods in rivers, a plan for safeguarding against flooding can be carried out by planning buildings that aim to reduce the damage caused by flooding to the minimum level. The control planning can be carried out well if the rainfall data at each rain station can be known and the discharge calculated using a Synthetic Unit Hydrograph. The hydrograph method used is the Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph. This method aims to analyze the amount of planned rainfall that may occur in Sei Putih until 2070 and analyze the design flood discharge to evaluate the magnitude of the design flood discharge at various return periods of 2, 5, 10, 25, 50 years. In the results of the rainfall analysis used to calculate rainfall intensity is the value of the Pearson Log III rainfall distribution for the 10-year return period (2012-2021). From the calculation results, it is obtained that the maximum rainfall that will occur is 620.35 mm, and the planned flood discharge for the HSS Nakayasu return period of 2,5,10,25,50 years is 130.58 m³/d, 150,488 m³/d, 160.48 m³/d, 168.799 m³/d, 184.56 m³/d and 171.295 m³/d. The results of the study show that the flood discharge from year to year has increased, therefore it is necessary to maintain or scrape the river.

Keywords: Flood, Nakayasu, repeat.

PENDAHULUAN

Faktor-faktor penyebab banjir antara lain adalah curah hujan yang tinggi, penutupan lahan didaerah hulu berkurang dan kapasitas alur sungai terutama didaerah hilir berkurang karena sedimentasi dan topografi daerah.

Sei Putih merupakan salah satu sungai yang alirannya melintasi pemukiman warga Kota Medan. Daerah rawan banjir di wilayah perencanaan mencakup daerah muara sungai, dataran banjir terutama disepanjang Sei Putih. Pertumbuhan penduduk yang pesat di

pinggiran DAS Sei Putih merubah fungsi daerah resapan air menjadi daerah berpotensi banjir di Kota Medan. Apabila masalah ini tidak ditangani segera, maka akan terjadi peningkatan laju penurunan produktivitas DAS dan pendapatan wilayah. Banjir dapat terjadi Karena curah hujan yang tinggi, intensitas, atau kerusakan akibat penggunaan lahan yang salah. Persoalan banjir adalah persoalan yang mesti dikaji dari hulu hingga hilir. Persoalan ini muncul karena daya tampung saluran sungai lebih kecil dari debit banjir.

Maksud analisis debit banjir rancangan terutama untuk mengetahui beberapa parameter, antara lain meliputi hujan harian maksimum, Curah hujan rancangan, hujan efektif satuan banjir rancangan dan penelusuran banjir. Adapun tujuan analisis debit banjir rancangan adalah untuk mengevaluasi besarnya debit banjir rancangan pada berbagai kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 tahun.

Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu adalah metode HSS yang ditemukan atau berasal dari negara Jepang. HSS Nakayasu merupakan salah satu perhitungan hidrograf satuan sintetis yang menggunakan parameter berupa karakteristik fisik DAS dan hujan.

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis besarnya curah hujan rencana yang terjadi pada Sei Putih sampai tahun 2070.
2. Menganalisis debit banjir rancangan untuk mengevaluasi besarnya debit banjir rancangan pada berbagai kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 tahun.

METODE PENELITIAN

Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi-instansi yang terkait dalam penelitian ini. Adapun data sekunder penelitian ini adalah:

- Data curah Hujan harian maksimum 10 tahun di DAS sei putih, tahun 2012-2021 yang diperoleh dari BBMKG Wilayah I, Medan.
- Peta DAS sei putih diperoleh dari BWSS II, Medan.
- Luas areal DAS Sei Putih diperoleh dari BWSS II, Medan.

Metodologi pengolahan data

Tabel Hasil Perhitungan Harga Rata-rata

No	Tahun	Xi	Xi-X	(Xi-X) ^2	(Xi-X) ^3	(Xi-X) ^4
1	2012	100.00	-30.22	913.25	-27598.37	834022.64
2	2013	98.00	-32.22	1038.13	-33448.50	1077710.57
3	2014	112.00	-18.22	331.96	-6048.46	110203.01
4	2015	106.70	-23.52	553.19	-13011.04	306019.61
5	2016	158.50	28.28	799.75	22617.17	639613.49
6	2017	201.00	70.78	5009.80	354594.24	25098180.20
7	2018	160.10	29.88	892.81	26677.29	797117.55
8	2019	126.50	-3.72	13.84	-51.48	191.50
9	2020	130.90	0.68	0.46	0.31	0.21
10	2021	108.50	-21.72	471.75	-10246.59	222555.98
Σ		1302.20		10024.94	313536.05	29085614.76

Sumber: Hasil Analisa Data

dilakukan dengan pengumpulan data-data seperti data curah hujan harian maksimum pada stasiun Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah I untuk DAS Sei Putih. Dalam penelitian nilai curah hujan yang digunakan untuk perhitungan intensitas curah hujan adalah nilai curah hujan Distribusi Log Pearson III periode ulang 10 tahun. Kemudian data tersebut akan digunakan untuk menghitung debit banjir rancangan kala ulang dengan Metode HSS *Nakayasu*.

Langkah-langkah untuk menghitung debit banjir rencana adalah:

1. Perhitungan Curah Hujan Maksimum
2. Perhitungan curah hujan rencana
Metode perhitungan curah hujan rencana:
 - Metode Normal
 - Metode Log Normal
 - Metode Log Person Type III
 - Metode Gumbel
3. Uji kesesuaian distribusi
Metode untuk uji kesesuaian distribusi:
 - Metode Chi-Kuadrat

Dengan uji kesesuaian distribusi dapat dipilih perhitungan curah hujan rencana.
4. Perhitungan debit banjir rencana
Metode perhitungan debit banjir rencana:
 - Metode HSS Nakayasu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perhitungan Dispersi

Setelah mendapatkan curah hujan rata-rata dari stasiun yang berpengaruh di daerah aliran sungai, selanjutnya dianalisis secara statistik untuk mendapatkan pola sebaran yang sesuai dengan sebaran curah hujan rata-rata yang ada. Untuk itu dilakukan perhitungan harga rata-rata (Tabel 4.2).

a. Rata-rata (X)

$$x = \frac{\sum(X_i)}{n}$$

$$X = \frac{1302.20}{10}$$

$$X = 130.22$$

b. Standar Deviasi

$$s = \sqrt{\frac{(\sum_{n-1}^n)(X-X)^2}{n-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{10024.94}{10-1}} = 33.37$$

c. Koefisien Skewness (CS)

$$CS = \frac{n}{(n-1).(n-2).S^3} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i-X)^3$$

$$CS = \frac{10}{(10-1).(10-2).33,37^3} \cdot (313536.05)$$

$$CS = 1,17$$

d. Koefisien Kurtosis (CK)

$$CK = \frac{1/n}{S^4} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i-X)^4$$

$$CK = \frac{0.100}{33,37^4} \cdot (29085614.76)$$

$$CK = 2,346$$

e. Koefisien Variasi

$$CV = \frac{S}{X_i}$$

$$CV = \frac{33.37}{130.22}$$

$$CV = 0.2562$$

Penentuan Pola Distribusi Hujan

Penentuan pola distribusi atau sebaran hujan dilakukan dengan menganalisa data curah hujan harian maksimum yang diperoleh dengan menggunakan analisis frekuensi. Untuk menentukan jenis sebaran yang akan digunakan dalam menetapkan periode ulang/*returny* (analisa frekuensi) maka dicari parameter statistik dari data curah hujan wilayah baik secara normal maupun secara logaritmatik.

Langkah yang ditempuh adalah dengan menggunakan data-data mulai dari terkecil sampai terbesar. Dari hasil analisis diperoleh nilai untuk masing-masing parameter statistic. Untuk menganalisis probabilitas curah hujan biasanya dipakai beberapa macam distribusi yaitu:

a. Distribusi Normal

b. Distribusi Log Normal

c. Distribusi Log-Person Type III

d. Distribusi Gumbel

Metode Distribusi Normal

Hasil perhitungan curah hujan rata-rata dengan Metode Distribusi Normal dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel Analisa Curah Hujan Distribusi Normal.

No	Tahun	X	Xrata-rata	X - Xrata-rata	(X - Xrata-rata) ²
		m ³ / det			
1	2012	100	130.22	-30.22	913.2484
2	2013	98	130.22	-32.22	1038.1284
3	2014	112	130.22	-18.22	331.9684
4	2015	106.7	130.22	-23.52	553.1904
5	2016	158.5	130.22	28.28	799.7584
6	2017	201	130.22	70.78	5009.8084
7	2018	160.1	130.22	29.88	892.8144
8	2019	126.5	130.22	-3.72	13.8384
9	2020	130.9	130.22	0.68	0.4624
10	2021	108.5	130.22	-21.72	471.7584

Sumber: Hasil Perhitungan

Untuk nilai S diambil dari perhitungan standar deviasi diatas yang telah dilakukan sebelumnya. S = 33.37.

Selanjutnya pada analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Normal diperlukan nilai Kt (variabel reduksi) yang diperoleh dari Tabel 2.2 untuk menentukan analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Normal seperti pada tabel 4.4 berikut.

Tabel Analisa Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Normal

Kala Ulang	Xrata-rata	Kt	S	Xt (Xrata-rata + Kt . S)
2	130.22	0.00	33.37493404	130.220
5	130.22	0.84	33.37493404	158.255
10	130.22	1.28	33.37493404	172.940
25	130.22	1.71	33.37493404	187.224
50	130.22	2.05	33.37493404	198.639

Sumber: Hasil perhitungan

Berikut hasil analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Normal:

- Untuk kala ulang (T) 2 tahun : 130,220 mm
- Untuk kala ulang (T) 5 tahun : 158,255 mm
- Untuk kala ulang (T) 10 tahun : 172,940 mm
- Untuk kala ulang (T) 25 tahun : 187,224 mm

- Untuk kala ulang (T) 50 tahun : 198,639 mm

Metode Distribusi Log Normal

Untuk nilai S diambil dari perhitungan standar deviasi diatas yang telah dilakukan sebelumnya. $S = 33.37$ dan $S \text{ Log}x = \sqrt{0.097} : (10-1) = 0.104$.

Selanjutnya pada analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Log Normal diperlukan nilai K (variabel reduksi) untuk menentukan analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Normal seperti pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel Analisa Curah Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Log Normal

Kala Ulang	Log Xrata-rata	Kt	S Log x	Log Xt = LogXrata-rata + (Kt. S)
2	2.115	0.00	0.104	2.115

Tabel Distribusi Sebaran Metode Log Person Type III

No	Tahun	Xi	X	Log Xi	Log X	Xi - X	(Xi - X) ²	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³
		m ³ / det							
1	2012	100.000	130.220	2.000	2.115	-30.220	913.248	0.013	-0.0015
2	2013	98.000	130.220	1.991	2.115	-32.220	1038.128	0.015	-0.0019
3	2014	112.000	130.220	2.049	2.115	-18.220	331.968	0.004	-0.0003
4	2015	106.700	130.220	2.028	2.115	-23.520	553.190	0.007	-0.0006
5	2016	158.500	130.220	2.200	2.115	28.280	799.758	0.007	0.0006
6	2017	201.000	130.220	2.303	2.115	70.780	5009.808	0.036	0.0067
7	2018	160.100	130.220	2.204	2.115	29.880	892.814	0.008	0.0007
8	2019	126.500	130.220	2.102	2.115	-3.720	13.838	0.0002	-0.000002
9	2020	130.900	130.220	2.117	2.115	0.680	0.462	0.0000	0.000000
10	2021	108.500	130.220	2.035	2.115	-21.720	471.758	0.006	-0.0005
Σ		1302.200		21.031			10024.976	0.097	0.0032

Sumber: Analisa Perhitungan

Untuk nilai S, dicari nilai S yang lainnya dengan menggunakan nilai Log X

$$S = \frac{0.097}{10}$$

$$S = 0.0097$$

Koefisien Kemencengan (G) : $\{\sum X - X_{rata-rata}^3 / (n-1)(n-2)s^3\}$

$$G = \frac{\sum X - X_{rata-rata}^3}{(n - 1) x (n - 2) x s^3}$$

Tabel Interpolasi

Kala ulang	Nilai Tujuan	B.Bawah	B.Atas	Nilai BB	Nilai BA	Hasil
2	0.0005	0	0.1	0	-0.017	0.0005
5	0.0005	0	0.1	0.842	0.836	0.84208
10	0.0005	0	0.1	1.282	1.292	1.28186
25	0.0005	0	0.1	1.751	1.785	1.75062
50	0.0005	0	0.1	2.054	2.107	2.05347

Sumber: Hasil Analisa

Sehingga didapat nilai K untuk kala ulang yang direncanakan berdasarkan nilai

5	2.115	0.84	0.104	2.202
10	2.115	1.28	0.104	2.248
25	2.115	1.71	0.104	2.293
50	2.115	2.05	0.104	2.328

Sumber: Hasil Perhitungan

Berikut adalah hasil analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Log Normal:

- Untuk kala ulang (T) 2 tahun : 2.115
- Untuk kala ulang (T) 5 tahun : 2.202
- Untuk kala ulang (T) 10 tahun : 2,248
- Untuk kala ulang (T) 25 tahun : 2,293
- Untuk kala ulang (T) 50 tahun : 2,328

Metode Distribusi Log-Person Type III

Berikut ini adalah data analisa curah hujan dengan distribusi Log Pearson Type III.

$$G = \frac{0.0032^3}{(10 - 1) x (10 - 2) x 0.0097^3}$$

$$G = 0.0005$$

Nilai G = 0,0005 diantara angka 0,00 dan 0,1000

Interpolasi

(nilai BB + ((nilai BA)/(BA-BB))*(Nilai Tujuan - BB)

G = 0.0005 sebagai tercantum dibawah tabel ini :

Tabel Analisa curah hujan rencana Distribusi Log Pearson III.

Kala Ulang	Log Xrata-rata	K	S	Log Xt
2	2.115	0.0005	0.0097	135.05
5	2.115	0.842079	0.0097	158.05
10	2.115	1.281859	0.0097	168.63
25	2.115	1.750625	0.0097	177.44
50	2.115	2.053473	0.0097	182.79

Sumber: Hasil Perhitungan

Berikut adalah hasil analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Log-person Type III:

- Untuk kala ulang (T) 2 tahun : 135.05
- Untuk kala ulang (T) 5 tahun : 158.05
- Untuk kala ulang (T) 10 tahun : 168.63
- Untuk kala ulang (T) 25 tahun : 177.44
- Untuk kala ulang (T) 50 tahun : 182.79

Metode Distribusi Gumbel

Hasil perhitungan curah hujan rata-rata dengan Metode Distribusi Gumbel

Tabel Analisa Curah Hujan Distribusi Gumbel.

No	Tahun	X m ³ /det	Xrata-rata	X - Xrata-rata	(X - Xrata-rata) ²
1	2012	100	130.22	-30.22	913.2484
2	2013	98	130.22	-32.22	1038.1284
3	2014	112	130.22	-18.22	331.9684

Tabel Analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Gumbel.

Kala Ulang	Xrata-rata	S	Sn	Yt	Yn	Curah Hujan
2	130.22	33.37	0.9496	0.3665	0.4952	125.6973389
5	130.22	33.37	0.9496	1.4999	0.4952	165.5262753
10	130.22	33.37	0.9496	2.2502	0.4952	191.8926516
25	130.22	33.37	0.9496	3.1985	0.4952	225.2169682
50	130.22	33.37	0.9496	3.9019	0.4952	249.9352264

Sumber: Hasil Perhitungan

Berikut adalah hasil analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Gumbel:

- Untuk kala ulang (T) 2 tahun : 125,6973389 mm
- Untuk kala ulang (T) 5 tahun : 165,5262753 mm
- Untuk kala ulang (T) 10 tahun : 191,8926516 mm
- Untuk kala ulang (T) 25 tahun : 225,2169682 mm

No	Tahun	X	Xrata-rata	X - Xrata-rata	(X - Xrata-rata) ²
		m ³ /det			
4	2015	106.7	130.22	-23.52	553.1904
5	2016	158.5	130.22	28.28	799.7584
6	2017	201	130.22	70.78	5009.8084
7	2018	160.1	130.22	29.88	892.8144
8	2019	126.5	130.22	-3.72	13.8384
9	2020	130.9	130.22	0.68	0.4624
10	2021	108.5	130.22	-21.72	471.7584
Σ		1302.2		0	10024.976

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari data diatas didapat:

$$X = \frac{1302,2}{10} = 130,22$$

Standart Deviasi :

$$s = \sqrt{\frac{(\sum_{n=1}^n)(X-X)^2}{n-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{10024.94}{10-1}}$$

$$s = 33.37$$

Di bawah ini merupakan Tabel 4.12 yang berisikan data analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Gumbel. Nilai Y_{TR} diperoleh dari Tabel 2.5 Y_n dari Tabel 2.4, dan S_n diperoleh dari Tabel 2.6.

- Untuk kala ulang (T) 50 tahun : 249,9352264 mm

Hasil resume perhitungan frekuensi curah hujan kala ulang Das Deli Metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Pearson Tipe III, Distribusi Gumbel dapat di lihat pada Tabel 4.13

Tabel hasil analisa curah hujan rencana periode ulang (T)

Kala Ulang	Normal	Log Normal	Log-Person Type III	Gumble
2	130.220	2.115	135.05	125.6973
5	158.251	2.202	158.05	165.5263
10	172.934	2.248	168.63	191.8926
25	187.216	2.293	177.44	225.2169
50	198.629	2.328	182.79	249.9352

Sumber: Hasil Perhitungan

Jenis Distribusi

Untuk menentukan jenis sebaran yang akan digunakan, maka parameter statistik data curah hujan wilayah diperiksa terhadap beberapa jenis sebaran sebagai berikut :

1. Distribusi Normal

2. Distribusi Log Normal
3. Distribusi Log Pearson III
4. Distribusi Gumbel

Berikut ini adalah Tabel 4.14 yaitu perbandingan syarat-syarat distribusi dan hasil perhitungan analisa frekuensi hujan.

Tabel 4.14 Uji parameter statistik untuk menentukan jenis sebaran.

Jenis Sebaran	Kriteria	Batasan	Hasil	Keterangan
Normal & Log Normal	Cs >	0.159	1.172	Memenuhi
	Cv >	0.060	0.256	Memenuhi
Log Person	CS ≠	0.000	1.172	Memenuhi
	Cv >	0.300	0.256	Memenuhi
Gumbel	Cs ≤	1.139	1.172	Tidak Memenuhi
	Ck ≤	5.400	2.346	Memenuhi

Sumber: Analisa Data

Uji Sebaran Chi Kuadrat (*Chi-Square Test*)

Uji Sebaran Chi Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 .

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$G = 1 + 3.322 * (\text{Log } n)$$

$$G = 4,322 * (\text{log } 10)$$

$$G = 4.17$$

$$G = 5$$

$$DK = G - (R + 1) \quad (R = 1 \text{ untuk dist. log person type III})$$

$$DK = 5 - (1+1)$$

$$DK = 3$$

$$E_i = n/G \text{ (dimana } n = 10)$$

$$E_i = 10/5 = 2$$

$$\Delta X = (X_{\text{maks}} - X_{\text{min}}) / (k - 1) \text{ dimana :}$$

$$X_{\text{maks}} = 201,0$$

$$X_{\text{min}} = 98$$

$$k = 5$$

$$\Delta X = 25,750$$

$$\Delta X = 26$$

$$X_{\text{awal}} = X_{\text{min}} - 1/2 \Delta X \text{ dimana : } X_{\text{min}} = 98$$

$$\text{dan } \Delta X = 26$$

$$X_{\text{awal}} = 85$$

Tabel 4.15 Perhitungan uji Chi Kuadrat (*Chi-Square test*).

NO	Probabilitas			Jumlah Data		O _i - E _i	F ²
				O _i	E _i		
1	85	<X<	111	4	2	2	2
2	111	<X<	137	3	2	1	1
3	137	<X<	163	2	2	0	0
4	163	<X<	189	0	2	-2	2
5	189	<X<	215	1	2	-1	1
Σ				10	2		5

sumber: analisa data

Jadi dari tabel 2.8 di dapatkan nilai chi kritis 7.81

Chi Square < Chi Kritis = 5 < 7.81, maka Distribusi Log Person Type III dapat digunakan.

Hasil Perhitungan Hidrograf Banjir rancangan Metode HSS Nakayasu Hasil Perhitungan Rerata Hujan Dari Awal Sampai Jam Ke-T

$$RT = T \times R_t - (T-1) \times R_{(T-1)}$$

$$R_t = \frac{R_{24}}{6} \times \left(\frac{6}{T}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Contoh untuk perhitungan jam 1

$$R_t = \frac{R_{24}}{6} \times \left(\frac{6}{1}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$R_t = R_{24} \times 0,550$$

$$RT = 1 \times R_{24} \times 0,502 - (1-1)$$

$$RT = 0,550$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.16 dan tabel 4.17

Tabel 4.16 Nilai R_t Hujan Harian Maksimum

Waktu Hujan (JAM)	1	2	3	4	5	6
R _t	0,550	0,347	0,265	0,218	0,188	0,167

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.17 Nilai Rasio Hujan Harian Maksimum

Waktu Hujan (JAM)	1	2	3	4	5	6
Rasio	0,550	0,143	0,100	0,080	0,067	0,059

Sumber: Hasil perhitungan

Hasil Perhitungan Curah Hujan Efektif (Rn)

Contoh perhitungan hujan efektif (Rn) untuk periode ulang 2 tahun

$R_n = f \times R$

$R_n = 0.75 \times 135,05$

$R_n = 101,2875$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat dalam Tabel 4.18 berikut.

Tabel 4.18 Curah Hujan Rencana Efektif

Periode ulang (Thn)	2	5	10	25	50
Hujan Max (mm)	135,05	158,05	168,63	177,44	182,75
F	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Rn	101,2875	118,5375	126,4725	133,08	135,0625

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.19 Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman

Jam ke (Tr)	RT		Hujan Efektif (Rn) (mm)				
			101	119	126	133.08	135
1	0.55	Rn	55.70813	65.19563	69.55988	73.194	74.28438
2	0.143	Rn	14.48411	16.95086	18.08557	19.03044	19.31394
3	0.1	Rn	10.12875	11.85375	12.64725	13.308	13.50625
4	0.08	Rn	8.103	9.483	10.1178	10.6464	10.805
5	0.067	Rn	6.786263	7.942013	8.473658	8.91636	9.049188
6	0.059	Rn	5.975963	6.993713	7.461878	7.85172	7.968688

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil Perhitungan Parameter Daerah Pengaliran

Diketahui:

Luas DAS (A) = 30,55 Km²

Panjang Sungai (L) = 6,7 Km

α = 2 (Untuk

Daerah Pengaliran Biasa)

RO = 1 mm (Hujan Satuan)

Untuk L < 15 Km = 0,21 X (L)^{0.7}

- Nilai Tg

$$T_g = 0,21 \times (L)^{0,7}$$

$$T_g = 0,21 \times (6,7)^{0,7}$$

$$T_g = 0,80$$

- Nilai Tp

$$T_p = T_g + 0,8 \times T_r$$

$$T_p = 0,80 + 0,8 \times 1$$

$$T_p = 1,60$$

- Nilai T_{0.3}

$$T_{0,3} = \alpha \times T_g$$

$$T_{0,3} = 2 \times 0,80$$

$$T_{0,3} = 1,59$$

- Nilai Qp (debit puncak)

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_o}{3,6 \times (0,3 \times T_p + T_{0,3})}$$

$$Q_p = \frac{0,60 \times 30,55 \times 1}{3,6 \times (0,3 \times 1,60 + 1,59)}$$

$$Q_p = 2,46 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

- Nilai Qb (base flow)

$$Q_b = 0,5 \times Q_p$$

$$Q_b = 0,5 \times 2,46$$

$$Q_b = 1,23 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

- Persamaan Hidrograf satuan untuk kurva naik

$$0 < t < T_p$$

$$0 < t < 1,60$$

- Persamaan hidrograf satuan untuk kurva turun

- ❖ untuk lengkung turun I:

$$T_p \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$$

$$1,60 \leq t \leq (1,60 + 1,59)$$

$$1,60 \leq t \leq 3,19$$

- ❖ untuk lengkung turun II:

$$(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + (1,5 \times T_{0,3}))$$

$$3,19 \leq t \leq (3,19 + 2,385)$$

$$3,19 \leq t \leq 5,575$$

- ❖ untuk lengkung turun III:

$$t > (T_p + T_{0,3} + (1,5 \times T_{0,3}))$$

$$t > (3,19 + 2,385)$$

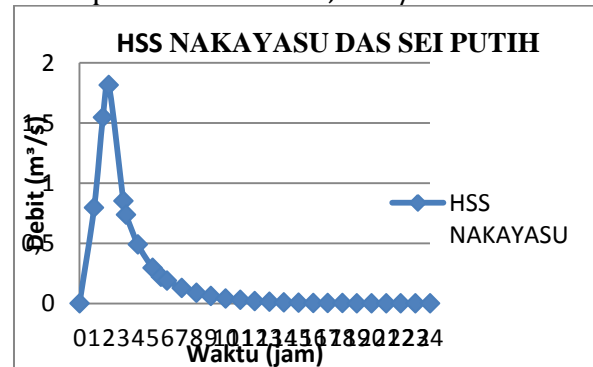
$$t > 5,575$$

Perhitungan Debit Banjir Rancangan

Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Penentuan kalibrasi daerah studi dilakukan dengan membandingkan antara debit banjir yang terukur dengan debit puncak pada HSS Nakayasu pada curah hujan yang terukur dengan melakukan coba-coba nilai α hingga diperoleh selisih nilai debit puncak terkecil.

Dari perhitungan ordinat hidrograf satuan pada tabel 4.20 menunjukkan bahwa debit puncak terjadi pada jam ke 2 dengan debit puncak sebesar 1,8 m³/det.



Gambar 4.1 Ordinates Hidrograf Satuan

Sumber: Hasil Analisa

Dari perhitungan dan gambar hidrograf satuan ordinat gambar 4.1, menunjukkan bahwa debit puncak terjadi pada jam 2, kemudian perlahan-lahan melandai hingga ke jam ke 24. Debit puncak sebesar 1,8 m³/det, dan pada jam ke 24 debit menurun hingga 0,00021 m³/det. Dari hasil analisa hidrograf satuan diatas dapat dilakukan kontrol perhitungan hidrograf satuan Metode Nakayasu.

Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana

Contoh perhitungan untuk hujan jam-jaman 1

Perhitungan debit banjir rencana dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dihitung dengan prinsip super posisi.

$$Q_1 = R_{n1} \times HS_1$$

$$Q_2 = R_{n1} \times HS_2 + R_{n2} \times HS_1$$

$$Q_3 = R_{n1} \times HS_3 + R_{n2} \times HS_2 + R_{n1} \times HS_1$$

$$Q_n = R_{n1} \times HS_n + R_{n2} \times HS_{(n-1)} + R_{n1} \times HS_{(n-1)} + R_n \times HS_1$$

$$Q_1 = R_{n1} \times HS_1$$

$$Q_1 = 0,363 \times 55,70813$$

$$Q_1 = 20,222$$

$$Q = Q_1 + Q_B$$

$$Q = 20,222 + 4,3017$$

$$Q = 24,5237$$

Hidrograf satuan banjir rancangan debit pada periode 2 tahun menunjukkan nilai debit puncak terjadi pada jam ke 2 dengan debit 130,58 m³/d dan pada jam ke 24 debit menurun hingga 1,21 m³/d. Nilai-nilai jam-jaman dapat digunakan untuk analisa debit banjir rancangan kala ulang.

Hidrograf satuan banjir rancangan debit pada periode 2 tahun menunjukkan nilai debit puncak terjadi pada jam ke 2 dengan debit 150,488 m³/d dan pada jam ke 24 debit menurun hingga 1,25449 m³/d. Nilai-nilai jam-jaman dapat digunakan untuk analisa debit banjir rancangan kala ulang.

Hidrograf satuan banjir rancangan debit pada periode 2 tahun menunjukkan nilai debit puncak terjadi pada jam ke 2 dengan debit 160,48 m³/d dan pada jam ke 24 debit menurun hingga 1,26 m³/d. Nilai-nilai jam-jaman dapat digunakan untuk analisa debit banjir rancangan kala ulang.

Hidrograf satuan banjir rancangan debit pada periode 2 tahun menunjukkan nilai debit puncak terjadi pada jam ke 2 dengan debit 168,799 m³/d dan pada jam ke 24 debit menurun hingga 1,26 m³/d. Nilai-nilai jam-jaman dapat digunakan untuk analisa debit banjir rancangan kala ulang.

Hidrograf satuan banjir rancangan debit pada periode 2 tahun menunjukkan nilai debit puncak terjadi pada jam ke 2 dengan debit 184,56 m³/d dan pada jam ke 24 debit menurun hingga 1,26 m³/d. Nilai-nilai jam-jaman dapat digunakan untuk analisa debit banjir rancangan kala ulang.

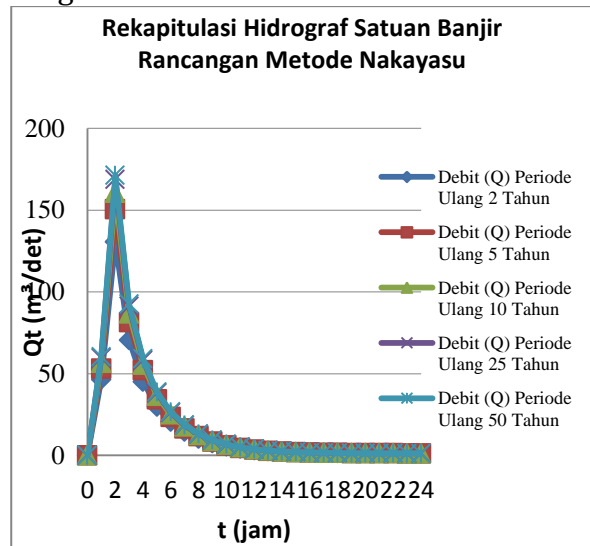
Tabel Rekapitulasi Hidrograf Satuan Banjir

Waktu (t) jam	Debit (Q) Periode Ulang (m ³ /det)				
	2	5	10	25	50
0	0	0	0	0	0
1	46.38	53.136	56.611	59.50	60.372
2	130.58	150.49	160.48	168.8	171.3
3	70.52	81.328	86.69	91.15	92.494
4	45.07	51.964	55.36	58.19	59.037
5	29.70	34.204	36.412	38.25	38.801
6	20.49	23.549	25.043	26.29	26.66
7	14.42	16.514	17.537	18.39	18.645
8	10.26	11.697	12.398	12.98	13.156

Waktu (t) jam	Debit (Q) Periode Ulang (m ³ /det)				
	2	5	10	25	50
9	7.42	8.3979	8.8777	9.28	9.3971
10	5.47	6.1387	6.4672	6.74	6.823
11	4.13	4.5915	4.8165	5.00	5.0601
12	3.22	3.532	3.6861	3.81	3.8529
13	2.59	2.8065	2.912	3.00	3.0262
14	2.16	2.3096	2.3818	2.44	2.4601
15	1.87	1.9693	2.0188	2.06	2.0724
16	1.67	1.7363	1.7702	1.80	1.8069
17	1.53	1.5767	1.5999	1.62	1.625
18	1.43	1.4674	1.4833	1.50	1.5005
19	1.37	1.3926	1.4035	1.41	1.4153
20	1.33	1.3413	1.3488	1.36	1.3569
21	1.30	1.3063	1.3114	1.32	1.3169
22	1.28	1.2822	1.2857	1.29	1.2895
23	1.26	1.2658	1.2682	1.27	1.2707
24	1.25	1.2545	1.2561	1.26	1.2579

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.18 Hasil analisis korelasi debit banjir rancangan metode nakayasu dapat dikatakan baik dan dapat digunakan dalam perencanaan bangunan air.



Gambar Rekapitulasi Hidrograf Satuan Banjir Rancangan Metode Nakayasu

Sumber: Hasil Analisa

Berdasarkan hasil analisa debit banjir dengan metode HSS Nakayasu untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 tahun berturut-turut adalah 130.58, 150.488, 160.48, 168.799, 171.295 m³/det. Berdasarkan grafik diatas dapat kita lihat hasil analisa debit banjir dari tahun ke 2 hingga tahun ke 50 terjadi peningkatan. Apabila masalah ini tidak ditangani segera, maka akan terjadi peningkatan laju penurunan produktivitas daerah aliran sungai. Persoalan ini muncul karena daya tampung saluran sungai lebih kecil dari debit banjir. Oleh karena itu masyarakat harus menjaga lingkungan sekitar dengan tidak

membuang sampah ke Sungai dengan sembarangan yang dapat menyebabkan terhambatnya saluran air dan rutin membersihkan saluran sungai yang dilakukan secara bergotong royong dalam waktu yang berkala, sehingga kebersihan dan kelancaran air sungai dapat tetap terjaga dan meminimalisir potensi banjir. Ataupun dilakukan pengerukan Sungai untuk membuang endapan berlebihan dari sungai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan curah hujan, dan penelusuran banjir dapat disimpulkan:

1. Besarnya Curah Hujan Maksimum yang Mungkin Terjadi yaitu sebesar 781.6370 mm.
2. Berdasarkan Hasil Analisa Debit Banjir dengan Metode HSS Nakayasu Untuk Kala Ulang 2, 5, 10, 25, 50 tahun, dan PMF berturut-turut adalah 130.58 m³/d, 150.488 m³/d, 160.48 m³/d, 168.799 m³/d, dan 184,56 m³/d.

Saran

Berikut saran untuk penelitian selanjutnya berdasarkan penelitian yang telah dilakukan:

1. Perhitungan Debit Banjir Rancangan dapat diterapkan metode-metode lain seperti HSS Gama 1, Rational, ITB, dan lain-lain agar menjadi perbandingan.
2. Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa semua air yang mengalir dalam keadaan lancar sehingga faktor-faktor penghambat aliran seperti sampah dan sedimentasi tidak diperhitungkan jadi penelitian selanjutnya dapat melihat pengaruh parameter tersebut.
3. Hasil Penelitian tulisan ini dapat diharapkan menjadi masukan yang berguna untuk kepentingan pengukuran debit pada sungai sei putih.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. 2004. Standar Nasional Indonesia (SNI). RSNI T- 02-2004. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir*

Rencana. Dewan Standarisasi Indonesia: Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2016. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 2415-2016. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Dewan Standarisasi Indonesia: Jakarta

Edy Sriyono, 2012. *Analisis Debit Banjir Rancangan Rehabilitasi Situ Sidomukti*. Yogyakarta: Universitas Janabadra.

Edy Sriyono, 2012. *Penelusuran Banjir dan Kapasitas Pelimpah Situ Lebakwangi, Bogor Jawa Barat*. Yogyakarta: Universitas Janabadra.

Haerussalam, 2005. *Tinjauan Analisis Debit Banjir Pada Bendung Kalamisu Kabupaten Sinjai*. Makassar: Universitas Hasanuddin.

Kevin Alvaisha Matondang, Abu, Asep, Ganda, Yasin, Nario, 2014. *Base Flow*. Jakarta: STTP-PLN.

Ratna Oktavia Budiono, 2014. *Estimasi Curah Hujan Maksimum Boleh Jadi Di Daerah Aliran Sungai Di Kabupaten Situbondo Menggunakan Metode Hersfield*. Jember : Universitas Jember.

Soemarto, C.D. 1999. *Hidrologi Teknik*, Edisi II. Jakarta: Erlangga

Soemarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*.

Triatmodjo, Bambang, 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.

Vera Wim Andiese, 2012. *Pengujian Metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama I Dalam Analisis Debit Banjir Rancangan DAS Bangga*. Palu: Universitas Tadulako.