

PENERAPAN METODE EMPIRIS DI DAS BATANG LEMBANG UNTUK PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RANCANGAN

Novia Komala Sari¹⁾, Pengki Irawan²⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi

e-mail: viakomala@unsil.ac.id

Abstrak

Analisis debit banjir dalam perencanaan suatu bangunan air merupakan proses yang tidak dapat dipisahkan. Debit banjir rancangan dihitung untuk memperkirakan kemungkinan besaran debit yang akan ditanggung oleh bangunan tersebut. DAS batang lembang merupakan salah satu das di kabupaten solok yang berhulu di danau diatas. Penelitian dimaksudkan untuk mengevaluasi penggunaan metode empiris dalam menghitung debit banjir menggunakan data hujan dan membandingkan dengan data debit terukur. Metode empiris yang digunakan adalah metode Rasional, Hasper, Weduwen, HSS Nakayasu dan HSS Synder Alexehev. Hasil analisis data menunjukkan metode yang mendekati dengan debit terukur adalah HSS Nakayasu. Hal ini terlihat dari rata - rata persentase penyimpangan terkecil dibandingkan metode lainnya yaitu sebesar 32%. Debit banjir rencana dengan data debit pada periode ulang 2 tahun sebesar 54.04 m³/s, periode ulang 5 tahun sebesar 104.43 m³/s, periode ulang 10 tahun sebesar 147.46 m³/s, periode ulang 25 tahun sebesar 203.39 m³/s, periode ulang 50 tahun sebesar 269.74 m³/s dan periode ulang 100 tahun sebesar 335.99 m³/s. Debit banjir rancangan dengan HSS Nakayasu pada periode ulang 2 tahun sebesar 96.63 m³/s, periode ulang 5 tahun sebesar 122.91 m³/s, periode ulang 10 tahun 168.71 m³/s, periode ulang 25 tahun sebesar 250.79 m³/s, periode ulang 50 tahun sebesar 335.05 m³/s, dan periode ulang 100 tahun sebesar 444.72 m³/s.

Kata Kunci : Debit banjir, metode empiris, hidrograf satuan sintetis, periode ulang.

Abstract

Flood discharge analysis in the planning of a water structure is an inseparable process. The design flood discharge is calculated to estimate the possible amount of discharge that the building will pass through. The Batang Lembang watershed is a watershed in the Solok district, which begins in the lake above. This study aims to evaluate the use of empirical methods in calculating flood discharge using rainfall data and comparing it with measured discharge data. The empirical method used is the Rational method, Hasper, Weduwen, HSS Nakayasu and HSS Synder Alexehev. The results of data analysis show that the method that is close to measured discharge is HSS Nakayasu. It can be seen from the average percentage of the smallest deviation compared to other methods, which is 32%. Design flood discharge with measured data for a 2-year return period of 54.04 m³/s, a 5-year return period of 104.43 m³/s, a 10-year return period of 147.46 m³/s, a 25-year return period of 203.39 m³/s, a return period of 50 year of 269.74 m³/s and the return period of 100 years of 335.99 m³/s. Design flood discharge with HSS Nakayasu for a 2-year return period of 96.63 m³/s, a 5-year return period of 122.91 m³ / second, a 10-year return period of 168.71 m³ / second, a return period of 25 years of 250.79 m³ / second, a return period of 50 years amounting to 335.05 m³/s, and a 100 year return period of 444.72 m³/s.

Keywords: Flood discharge, empirical method, synthetic unit hydrograph, return period.

I. PENDAHULUAN

Analisis hidrologi merupakan indikator terpenting dalam perencanaan sebuah bangunan air. Ketersediaan data hidrologi seperti data curah hujan yang diperoleh dari stasiun hujan dan

data debit yang diperoleh dari pos pengukur debit sangat diperlukan. Ketersediaan data tersebut menentukan ketelitian perhitungan dan metode yang akan digunakan dalam melakukan analisis banjir rencana. Debit rencana merupakan debit dengan periode ulang tertentu yang diperkirakan

akan melewati suatu sungai atau bangunan air [1].

Metode yang sering digunakan dalam memperkirakan debit banjir rancangan diantaranya adalah metode empiris. Metode empiris terdiri dari metode Rasional, Hasper, Weduwen, Melchoir dan Hidrograf Satuan Sintetis.

Metode hidrograf satuan sintetis merupakan metode penurunan hidrograf satuan suatu das dengan metode sintetis [1]. HSS yang biasa digunakan yaitu HSS nakayasu, HSS Snyder alexevev, HSS gama 1, HSS ITB dan HSS limantara. Pemakaian dari masing – masing metode tersebut tergantung data dan karakteristik das yang ada.

DAS Batang Lembang merupakan das yang terdapat dikabupaten solok yang berhulu di danau diatas. Das batang lembang termasuk dalam DAS batang sumani dengan bagian hilirnya ke danau singkarak. Das batang lembang memiliki kemiringan sungai yang beragam. Kemiringan sungai sangat curam di hulu serta landai di bagian tengah dan hilir. Bencana banjir terjadi tiap tahunnya sehingga menimbulkan kerugian bagi masyarakat. Analisis debit banjir diperlukan untuk mendapatkan kapasitas pengendali banjir dan memprediksi waktu puncak banjir.

Pemilihan metode empiris yang sesuai dengan karakteristik Das batang lembang sangat diperlukan. Metode empiris sering kali terdapat penyimpangan nilai debit yang diperoleh. Oleh karena itu perlu dilakukan perbandingan hasil debit banjir menggunakan metode empiris dari data hujan dengan debit banjir dari data debit terukur.

II. BAHAN DAN METODE/METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Penelitian berlokasi di DAS batang lembang yang terletak di kabupaten Solok. Das batang lembang berhulu di danau diatas. Sungai utama adala sungai batang lembang, yang merupakan sungai terbesar di Das Sumani. Luas yang diteliti sebesar 128.83 km², dengan panjang sungai utama 24 km.

Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. *Digital Elevasi Model* (DEM) yang diperoleh dari DEMNAS.
2. Data curah hujan dari stasiun hujan

sumani, stasiun hujan ladang padi dan stasiun hujan danau diatas. Jangka waktu data hujan yang diperoleh 20 tahun.

3. Data debit terukur dari pos duga air yang ada di lokasi penelitian yaitu AWLR Batang lembang selama 20 tahun.
4. Peta tata guna lahan tahun 2011 yang diperoleh dari LHK.

Analisis Data

Perbaikan uji konsistensi data

Kondisi alat hujan sering bermasalah sehingga data yang diperoleh tidak lengkap dan dipertanyakan kebenarannya. Oleh karena itu dalam analisis perlu dilakukan uji konsistensi data dan pengisian data curah hujan yang tidak lengkap [1, 3].

Pengisian data curah hujan yang tidak lengkap dapat dicari berdasarkan data dari stasiun hujan lain yang berdekatan. Pengisian data curah hujan yang hilang dapat menggukan metode perbandingan normal dan reciprocal method [1, 2].

Uji konsistensi dilakukan untuk melihat data yang tersedia apakah konsisten atau tidak sehingga layak digunakan. Uji konsistensi berarti menguji kebenaran data lapangan yang tidak dipengaruhi oleh kesalahan pada saat pengiriman atau pengukuran.

Pengujian konsistensi data dapat dilakukan dengan menggunakan metode curve massa ganda dan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS).

Hujan Kawasan

Hujan kawasan dalam satuan mm merupakan curah hujan maksimum harian merupakan curah hujan diseluruh daerah tersebut. Hujan kawasan diperlukan dalam perhitungan debit banjir rencana. Perhitungan hujan kawasan dapat dilakukan dengan metode sebagai berikut :

1) Rerata Aritmatika

Metode ini merupakan perhitungan secara aljabar curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan.

$$\bar{p} = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}{n}$$

Dimana p merupakan curah hujan daerah dan n merupakan jumlah titik-titik (pos) pengamatan.

2) Polygon Thiessen

Metode ini digunakan jika stasiun hujan

tidak tersebar merata. Metode ini melihat pengaruh dari stasiun hujan terdapat daerah aliran sungai [4].

$$\bar{p} = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Dimana A merupakan luas daerah yang mewakili dari titik pengamatan.

3) Isohyet

Metode ini menggunakan peta isohyet yang digambarkan pada peta topografi dengan perbedaan (interval) 10 sampai 20 mm berdasarkan data curah hujan pada titik – titik pengamatan di dalam maupun disekitar daerah yang dimaksud [4, 5].

$$\bar{p} = \frac{A_1 \cdot \frac{I_1 + I_2}{2} + A_2 \cdot \frac{I_2 + I_3}{2} + \dots + A_n \cdot \frac{I_n + I_{n+1}}{2}}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Analisis frekuensi

Analisis frekuensi dari data hujan maupun data debit guna memperoleh nilai hujan rencana maupun debit rencana. Beberapa metode yang digunakan dalam analisis distribusi probabilitas kontinu adalah gumbel, normal, log normal, dan log pearson type III.

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan mencocokkan parameter – parameter seperti [6]:

1. Rata – rata
2. Standar deviasi
3. Koefisien kepeccengan (cs)
4. Koefisien kurtosis (Ck)

Uji sebaran data

Untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis diperlukan pengujian distribusi probabilitas. Metode yang digunakan untuk pengujian tersebut menggunakan chi – kuadrat dan metode smirnov – kolmogorof [2, 6].

Intensitas hujan

Salah satu data yang digunakan dalam perhitungan debit banjir adalah data hujan rencana. Intensitas hujan dapat digambarkan dengan sebuah kurve yang biasa disebut dengan intensity duration frequency (IDF). Kurva IDF menggambarkan hubungan antara intensitas hujan, durasi dan periode ulang [7, 8].

Intensitas hujan merupakan ketinggian atau kederasan hujan persatuan waktu dalam satuan

mm/jam. Penggunaan metode untuk perhitungan intensitas curah hujan tergantung dari data hujan yang tersedia. Dalam penelitian ini karena data curah hujan yang tersedia adalah data curah hujan harian maka digunakan metode monobe [4, 5].

Analisis debit banjir rancangan

Metode rasional

Metode rasional merupakan metode yang tertua dan sering digunakan dalam menganalisis debit banjir rancangan. Penggunaan metode rasional akan sah dengan daerah pengukuran kecil [1].

$$Q = 0.278 C.I.A$$

Dimana Q merupakan debit puncak limpasan permukaan (m³/detik), C merupakan koefisien limpasan, I sebagai intensitas hujan (mm/jam) dan A merupakan luas DAS (km²).

Metode Hasper

Metode hasper yang digunakan dalam perhitungan debit banjir adalah :

$$Q_{maks} = \alpha . \beta . I . A$$

Dimana α merupakan koefisien pengaliran, β merupakan koefisien reduksi, I merupakan intensitas hujan (m³/dt/km²) dan A merupakan luas daerah pengaliran.

Metode Weduwen

Metode weduwen digunakan untuk menghitung debit banjir maksimum untuk daerah pengaliran di Jakarta [1]. Perhitungan debit pada rumus berikut :

$$Q_{maks} \text{ Jakarta} = \alpha . \beta . I . A$$

Dimana α merupakan koefisien pengaliran, β merupakan koefisien reduksi, I merupakan intensitas hujan (m³/dt/km²) dan A merupakan luas daerah pengaliran.

HSS Nakayasu

Nakayasu menyelidiki hidrograf satuan di Jepang dan menghasilkan persamaan sebagai berikut [7, 8] :

1. Waktu kelambatan (time lag, tg)

$$t_g = 0.4 + 0.058 x L; \text{ untuk } L > 15 \text{ km}$$

$$t_g = 0.21 + L^{0.7}; \text{ untuk } L < 15 \text{ km}$$

2. Waktu puncak dan debit puncak HSS

$$t_p = t_g + 0.8 Tr$$

3. Waktu debit sama dengan 0,3 kali debit puncak.

$$t_{0.3} = \alpha x t_g$$

4. Waktu puncak

$$t_p = t_g + 0.8 Tr$$

5. Debit puncak hidrograf

$$Q_p = \frac{1}{3.6} x A x R_0 x \frac{1}{(0.3 + t_p + t_{0.3})}$$

Dimana t_g adalah waktu keterlambatan (jam). L merupakan panjang sungai (km), $t_{0.3}$ adalah waktu saat debit sama dengan 0.3 kali debit puncak (jam), $1.5 t_{0.3}$ adalah waktu saat debit sama dengan 0.32 kali debit puncak (jam), α adalah koefisien (nilai antara 1.5 – 3.0), t_p adalah waktu puncak (jam), Q_p adalah debit puncak (m³/det), A adalah luas DPS (km²), Tr adalah durasi hujan (jam) dan R_0 adalah satuan kedalaman hujan (mm).

HSS Synder Alexejev

Synder mengembangkan hidrograf satuan di DAS di amerika serikat yang berukuran 30 sampai dengan 30000 km². Synder menghubungkan unsur hidrograf satuan dengan karakteristik DAS akibat hujan 1 cm. karakteristik das seperti luas das (km²), panjang aliran utama (L , km) dan jarak titik berat DAS dengan outlet yang diukur sepanjang aliran utama (l_c , km) [10]. Karakteristik das tersebut dihubungkan dengan unsur hidrograf satuan seperti [7, 8]:

$$t_p = (C_t \cdot (L \cdot L_c))^{0.3}$$

$$t_D = \frac{t_p}{5.5}$$

$$Q_p = \frac{C_p \cdot A}{t_p}$$

$$T = 3 + \frac{t_p}{8}$$

Jika durasi hujan efektif t_r tidak sama dengan durasi hujan standar (t_D), maka:

$$t_{pR} = t_p + 0.25 (t_r - t_D)$$

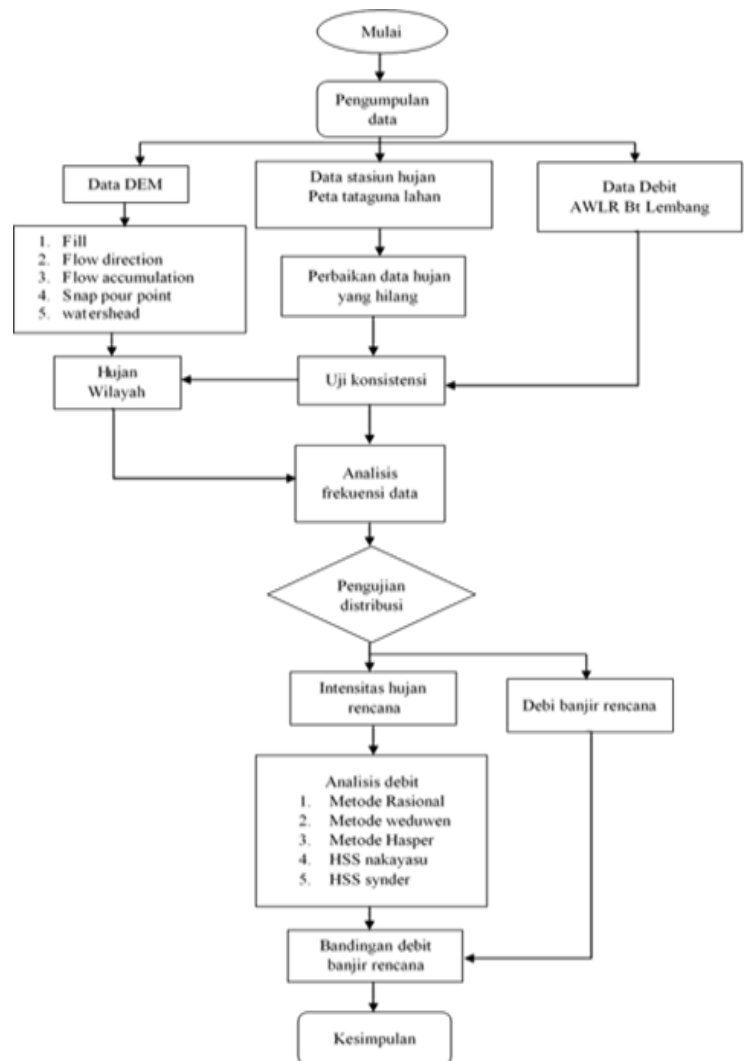
$$Q_{pR} = Q_p \cdot \frac{t_p}{t_{pR}}$$

Dimana t_D merupakan durasi standar dari

hujan efektif (jam), t_r adalah durasi hujan efektif (jam), t_p adalah waktu dari titik berat durasi hujan efektif t_D ke puncak hidrograf satuan (jam), t_{pR} adalah waktu dari titik berat durasi hujan t_r ke puncak hidrograf satuan (jam), Q_p adalah debit puncak untuk durasi t_p (m³/detik), Q_{pR} adalah debit puncak untuk durasi t_r (m³/detik), C_t adalah koefisien berkisar antara 0,7 sampai dengan 3 dan C_p adalah koefisien yang berkisar antara 0.9 dan 1.4.

Alur Penelitian

Secara umum alur penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



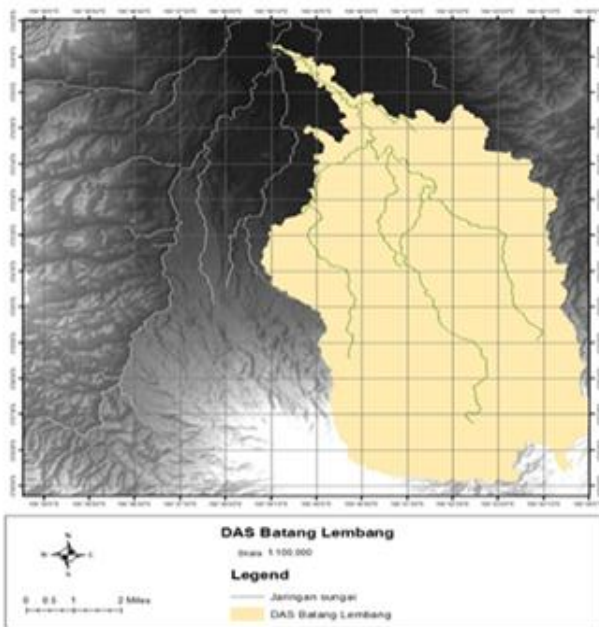
Gambar 1. Alur Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik daerah aliran sungai

Pada penelitian ini luas das yang diteliti

adalah 128.83 km². Panjang sungai utama 26 km dan kemiringan sungai rata – rata adalah 0.003. das batang lembang memiliki kemiringan yang curam di bagian hulu dan kemiringan yang landai di sebelah hilir. Das Batang lembang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. DAS Batang Lembang

Bentuk das pada gambar 2, memperlihatkan bentuk das memanjang. Bentuk das tersebut akan menyebabkan anak – anak sungai langsung masuk ke induk sungai [2, 4]. Pada bentuk das ini biasanya debit banjir relative kecil karena perjalanan banjir dari anak – anak sungai akan berbeda waktunya.

Curah hujan Rencana

Data hujan maksimum yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data yang diperoleh dari PSDA provinsi sumater barat. Curah hujan rencana dihitung dengan menganalisis hujan maksimum dari stasiun huj. Analisis hujan rencana menggunakan polygon thiesen. Metode ini akan memberikan hasil yang teliti jika stasiun hujan di das tidak tersebar secara merata [9].

Uji Konsistensi

Uji konsistensi dilakukan pada data hujan dari tiga stasiun dan data debit dari pos duga air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data hujan yang tersedia baik dari stasiun ladang padi, stasun

daiu diatas, dan stasiun sumani merupakan data yang konsisten. Data hujan yang hilang atau tidak lengkap dilengkapi dengan metode reciprocal method. Data hujan yang tidak lengkap terdapat di stasiun ladang padi dan stasiun hujan danau diatas.

Data debit yang diperoleh dari pos duga air dengan rentang waktu dari tahun 1992 sampai tahun 2014 hasil konsistensi menunjukkan data yang konsisten. Dengan demikian data tersebut layak untuk digunakan dalam analisis selanjutnya.

Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi dilakukan untuk melihat kecendrungan distribusi data yang dianalisis. Apakah terdistribusi secara normal atau tidak. Analisis frekuensi dilakukan pada data hujan data hujan dan debit. Hasil perhitungan dari masing-masing analisis dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Analisis frekuensi

Jenis Distribusi	Syarat	Hitungan	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$	2.51	tidak memenuhi
	$C_k \approx 3$	0.23	tidak memenuhi
Normal-Log	$C_s = C_v^3 + 3$ $C_v, C_s = 1.97$	1.33	tidak memenuhi
	$C_s = C_v^3 + 3$ $C_v, C_s = 1.97$	0.28	tidak memenuhi
Gumbel	$C_s \approx 1.14$	2.51	tidak memenuhi
	$C_k \approx 5.4$	0.28	memenuhi
LP-III	Selain nilai di atas		memenuhi

Uji Distribusi

Uji penyimpangan dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang nyata antara data hujan maksimum hal pengamatan dengan hasil perhitungan.

Uji chi Square

Uji chi square berdasakan nilai derajat kejenuhan (DK) dalam perhitungan digunakan DK 5% untuk data debit maupun data hujan. Dari hasil pengujian data hujan diperoleh bahwa distribusi terpilih dapat diterima. Untuk pengujian data debit diperoleh bahwa distribusi terpilih dapat diterima.

Uji Kolmogorov

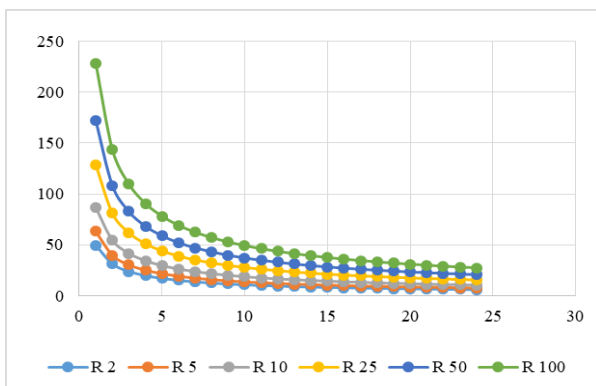
Pengujian Kolmogorov dilakukan dengan mengurutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya. Hasil analisis menunjukkan bahwa data distribusi terpilih pada data hujan maupun data debit data diterima. Resuma uji distribusi dapat dilihat pada tabel 2 .

Tabel 2. Uji distribusi

Analisis distribusi	Uji Distribusi					
	Chi Square			Kolmogorov		
	X tabel	X hitungan	Dtabel	Dhitungan		
Normal	0.00	0.00	diterima	0.29	0.272	diterima
Log Normal	7.81	0.00	diterima	0.29	0.224	diterima
Gumbel	7.81	4.60	diterima	0.29	0.994	ditolak
LPIII	0.00	0.00	diterima	0.29	0.124	diterima

Intensitas Hujan

Intensitas hujan merupakan salah satu input yang akan digunakan dalam analisis debit rancangan. Data curah hujan yang tersedia berupa data hujan harian sehingga dalam analisis ini menggunakan metode mononobe. Hasil analisis berupa *intensity duration frequency* atau yang lebih dikenal kurva IDF selama 24 jam dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun. Kurva IDF disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Intensity duration curve

Analisis Debit Banjir dengan Data Hujan

1) Metode Rasional

Parameter – parameter yang digunakan dalam perhitungan debit banjir metode rasional yaitu koefisien limpasan, luas das dan intensitas hujan rencana. Debit banjir dengan berbagai periode ulang menggunakan metode rasional

disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Debit banjir metode Rasional

Tr	R24	Tc(menit)	Intensitas (i) (mm/jam)	Qp (m ³ /detik)
2	143.19	457.830	12.81	130.58
5	182.13	457.830	16.29	166.09
10	250.00	457.830	22.36	227.98
25	371.63	457.830	33.24	338.90
50	496.49	457.830	44.41	452.77
100	659.01	457.830	58.95	600.97

2) Metode Hasper

Metode hasper sah jika digunakan pada DAS yang memunyai luas < 300 km². Das Batang lembang memiliki luas sebesar 128.83 km² sehingga dapat diterapkan . Hasil analisis untuk debit banjir rancangan dengan periode ulang terlihat pada tabel 4.

Tabel 4. Debit banjir Metode Hasper

Tr	R _{24maks}	β	α	Qp (m ³ /detik)
2	143.189	0.79	0.273	126.28
5	182.132			160.63
10	250.003			220.48
25	371.631			327.75
50	496.499			437.87
100	659.015			581.20

3) Metode Weduwen

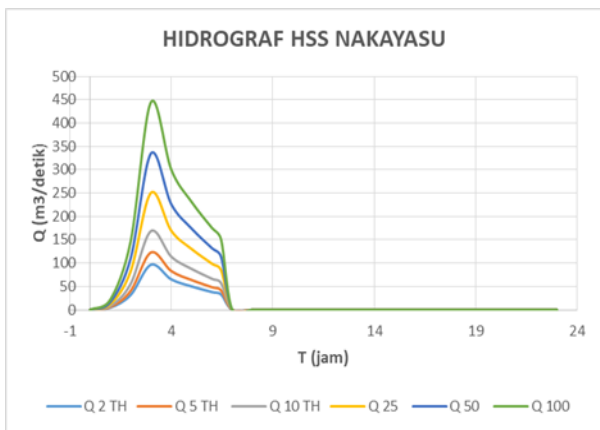
Hasil analisis debit banjir dengan metode weduwen dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Debit banjir Metode Weduwen

Tr	R _{24maks}	β	q	α	Qp (m ³ /detik)
2	143.189	0.790	5.54	0.273	41.49
5	182.132	0.790	5.54		79.15
10	250.003	0.790	5.54		126.76
25	371.631	0.790	5.54		228.80
50	496.499	0.790	5.54		341.64
100	659.015	0.790	5.54		716.00

4) HSS Nakayasu

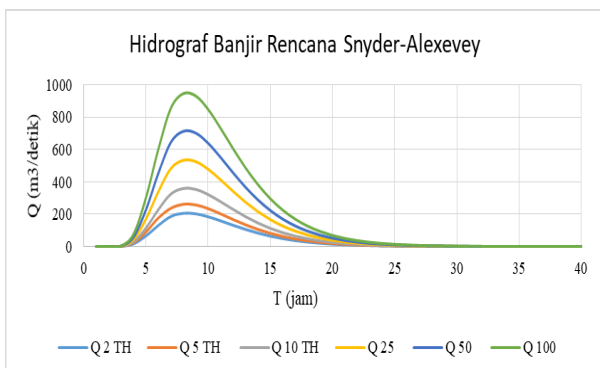
Analisis debit banjir rencana menggunakan HSS Nakayasu menjadikan parameter das sebagai unsur utama. Parameter das diantaranya adalah luas das, panjang sungai utama dan koefisien das. Hasil yang diperoleh bahwa waktu puncak (tp) terjadi pada jam ke 3 dengan waktu banjir selama 7 jam. Hasil hidrogaf dapat dilihat pada gambar 4 perhitungan.



Gambar 4. HSS Nakayasu

5) HSS Synder Alexevey

Analisis debit banjir rencana menggunakan HSS synder – alexevey memuat titik berat Das. Titik berat das di analisis dengan bantuan Arc Gis, dan diukur sampai outlet das. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. HSS Synder Alexevey

Analisis Debit Banjir menggunakan Data Debit Terukur

Data debit yang diperoleh dari pos duga air yang berada di lokasi penelitian. Data debit yang tersedia selaman 20 tahun. Ketersediaan data menentukan metode debit banjir rencana. Pada penelitian ini debit banjir rencana dihitung

dengan metode analisis frekuensi.

Pengujian distribusi dengan uji chie square dan kolmogorov diperoleh distribusi yang cocok adalah metode log normal. Dengan demikian debit banjir rencana dengan berbagai periode ulang dianalisis dengan metode log normal. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Debit banjir dengan data debit

Tr	Log Qi	k	S	Log Qt	Qt (m ³ /detik)
2	1.733	0	0.34	1.73	54.04
5	1.733	0.84	0.34	2.23	104.43
10	1.733	1.28	0.34	2.49	147.46
25	1.733	1.69	0.34	2.73	203.39
50	1.733	2.05	0.34	2.94	269.74
100	1.733	2.33	0.34	3.11	335.99

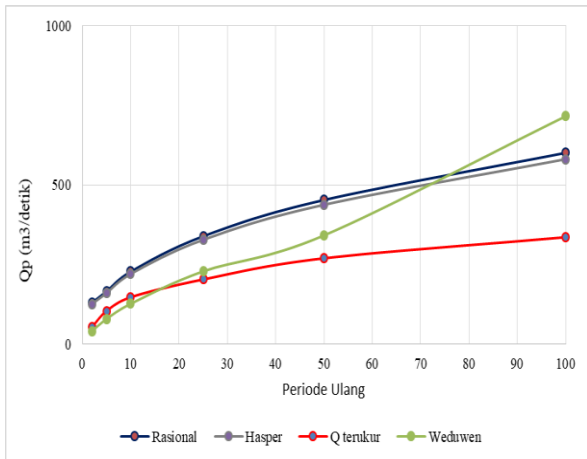
Pembahasan

Bandingan hasil analisis pada masing – masing metode yang menggunakan data hujan dan data debit terukur dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil analisis debit banjir

Tr	Qp (m ³ /detik)					
	Terukur	Rasio nal	Wedu wen	Hasper	HSS Nakay asu	HSS Synder
2	54.04	130.58	41.49	126.28	96.63	205.70
5	104.43	166.09	79.15	160.63	122.91	261.64
10	147.46	227.98	126.76	220.48	168.71	359.14
25	203.39	338.90	228.80	327.75	250.79	533.86
50	269.74	452.77	341.64	437.87	335.05	713.24
100	335.99	600.97	716.00	581.20	444.72	946.69

Dari kelima metode empiris yang sudah digunakan, metode HSS Nakayasu paling mendekati dengan debit terukur dengan rata- rata penyimpangan sebesar 32 % baik untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahu, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun maupun 100 tahun. Debit banjir terbesar untuk masing-masing periode ulang menggunakan metode HSS synder alexevey dengan rata- rata penyimpangan sebesar 181%. Untuk memperkecil penyimpangan tersebut diperlukan optimasi terhadap koefisien Cp dan Ct yang digunakan [10, 12].

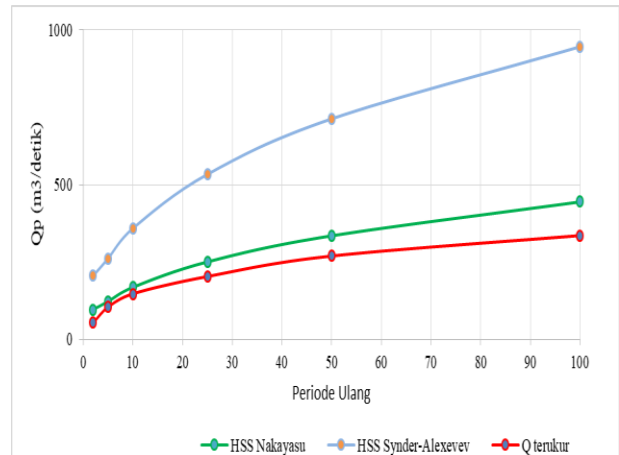


Gambar 6. Grafik perbandingan Metode Rasional, Hasper, dan Weduwen

Pada gambar 6 analisis debit banjir dengan metode rasional dan metode hasper garis hampir berhimpit. Akan tetapi metode rasional lebih mendekati dengan debit banjir terukur. Persentase penyimpangan untuk periode ulang 2 tahun adalah 142%, periode ulang 5 tahun sebesar 59%, periode ulang 10 tahun sebesar -55%, periode ulang 25 tahun sebesar 67%, periode ulang 50 tahun sebesar 68% dan periode ulang 100 tahun sebesar 79%. Penyimpangan terbesar pada metode weduwen. Metode ini akan sah jika dilakukan dengan das yang memiliki luas $\leq 100 \text{ km}^2$ [1].

Satuan Sintetis (HSS) nayakasu lebih mendekati dengan debit terukur (gambar 7). Persentase penyimpangan dengan metode HSS nakayasu untuk periode ulang 2 tahun adalah 79%, periode ulang 5 tahun sebesar 18%, periode ulang 10 tahun sebesar 14%, periode ulang 25 tahun sebesar 23%, periode ulang 50 tahun sebesar 24% dan periode ulang 100 tahun sebesar -32%.

Persentase penyimpangan yang cukup besar menggunakan HSS Snyder Alexejev. Periode ulang 2 tahun sebesar 281%, periode ulang 5 tahun sebesar 151%, periode ulang 10 tahun sebesar 144%, periode ulang 25 tahun sebesar 162%, periode ulang 50 tahun sebesar 164% dan periode ulang 100 tahun sebesar 182%.



Gambar 7. Perbandingan metode HSS dengan data terukur

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dapat disimpulkan :

1. Distribusi terpilih menggunakan data hujan selama 20 tahun di das batang lembang adalah metode log pearson 3. Distribusi terpilih menggunakan data debit selama 20 tahun di das batang lembang adalah log normal.
2. Debit banjir rencana dengan data debit menggunakan analisis metode log normal pada Tr 2 tahun sebesar $54.04 \text{ m}^3/\text{detik}$, Tr 5 tahun sebesar $104.43 \text{ m}^3/\text{detik}$, Tr 10 tahun sebesar $147.46 \text{ m}^3/\text{detik}$, Tr 25 tahun sebesar $2033.39 \text{ m}^3/\text{detik}$, Tr 50 tahun sebesar $269.74 \text{ m}^3/\text{detik}$, dan Tr 100 tahun sebesar $335.99 \text{ m}^3/\text{detik}$.
3. Debit banjir dengan menggunakan metode HSS Nakayasu lebih mendekati dengan data terukur. persentase penyimpangan periode ulang 2 tahun adalah 79%, periode ulang 5 tahun sebesar 18%, periode ulang 10 tahun sebesar 14%, periode ulang 25 tahun sebesar 23%, periode ulang 50 tahun sebesar 24% dan periode ulang 100 tahun sebesar 32%
4. Debit banjir yang diperoleh Tr 2 tahun sebesar $96.63 \text{ m}^3/\text{detik}$, Tr 5 tahun sebesar $122.91 \text{ m}^3/\text{detik}$, Tr 10 tahun $168.71 \text{ m}^3/\text{detik}$, Tr 25 tahun sebesar $250.79 \text{ m}^3/\text{detik}$, Tr 50 tahun sebesar $335.05 \text{ m}^3/\text{detik}$, dan Tr 100 tahun sebesar $444.72 \text{ m}^3/\text{detik}$.
5. Debit banjir dengan metode HSS Snyder alexejev memiliki penyimpangan terbesar

terhadap data terukur. Persentase penyimpangan dengan periode ulang 2 tahun sebesar 281%, periode ulang 5 tahun sebesar 151%, periode ulang 10 tahun sebesar 144%, periode ulang 25 tahun sebesar 162%, periode ulang 50 tahun sebesar 164% dan periode ulang 100 tahun sebesar 182%.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan perbandingan debit banjir menggunakan data hujan dengan metode HSS Gama 1, ITB dan Limantara. Sehingga dapat diperoleh penelitian yang lebih beragam dan lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. M. Kamiana, Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011.
- [2] R. J. S. D. Linsey, Teknik Sumberdaya Air, Jakarta: Erlangga, 1985.
- [3] C. Asdak, Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2002.
- [4] S. S. & K. Takeda, Hidrologi Untuk Pengairan, Jakarta, 2003.
- [5] B. Triadmojo, Hidrologi Terapan, Yogyakarta: Beta Offset, 2008.
- [6] Soewarno, "Hidrologi," in *Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid 1*, Bandung, Nova, 1995.
- [7] U. S. Lestari, "Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio)," *Poros Teknik*, vol. 8 No.2, pp. 55-103, Desember 2016.
- [8] Marcelia, Totok Haricahyono, Asnah Abu, "Ketelitian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Rancangan di DAS Bangga".
- [9] Pengki Irawan, Novia Komala Sari, Asep Kurnia Hidayat, Rosi Nursani, Hendra, "Bandingan Hss Snyder - Alexeyev, Nakayasu Dan Gamma 1 Pada Analisis," *Jurnal Siliwangi*, vol. 6 Nomor 1, no. Seri Sains dan Teknologi, 2020.
- [10] Ayub Benny Kristianto, I Nyoman Norken, I Gusti Bagus Sila Dharma, Mawiti Infantri Yekti, "Komparasi Model Hidrograf Satuan Terukur dengan Hidrograf Satuan Sintetis (Studi Kasus DAS Tukad Pakerisan)," *Jurnal Spektran*, Vols. 7, No. 1, pp. 21-31, Januari 2019.
- [11] Rosany A. Nomleni, Judi K. Nasjono, Rosmiyati A. Bella, "Perhitungan Debit Simulasi dengan Debit Terukur pada DAS Manikin," *Jurnal Teknik Sipil FTS Undana*, Vols. VIII, No.2, September 2019.
- [12] Jeffier Andrew Robot., et al, "Analisis Debit Banjir Sungai Ranoyapo Menggunakan Metode HSS Gama-I dan HSS Limantara," Universitas Sam Ratulangi., Manado.
- [13] Kusmosanyoto, Pembangunan Sumberdaya Air dalam Dimensi Hamemayu, Hayuning, Bawono, Yogyakarta: Hasta Cipta Mandiri, 2009.
- [14] Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah, No. 360/KPTS/M/2004, "Pedoman konstruksi dan bangunan sipil No. Pd T-02-2004-A,2004," in *Perhitungan Indeks Kekeringan Dengan Menggunakan Teori Run*, 2004.
- [15] Xia Jun dan Yongqin David, "Water Problems and Opportunities in the Hydrological Science in China," *Hydrological Science Journal*, 2001.
- [16] Ahmad Herison, Yuda Romdania, Ofik Taufik Purwadi, Rahmat Effendi, "Kajian Penggunaan Metode Empiris dalam Menentukan Debit Banjir Rancangan pada Perencanaan Drainase (Review)," *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, vol. 16 No. 2, Agustus 2018.