

Karakteristik Morfometri Dan Hidrologi Daerah Aliran Sungai Way Apu Kabupaten Buru

Rafael M. Osok^{1*}, Silwanus M. Talakua¹, Alfredo Manusama², Pieter, J. Kunu¹

¹ Program Studi Pengelolaan Lahan, Program Pasca Sarjana Universitas Pattimura
Jln. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka Ambon 97233

² Dinas Pekerjaan Umum Privinsi Maluku. Jl. Tulubakessy Mardika Ambon

*Korespondensi: rafael.osok@faperta.unpatti.ac.id

ABSTRAK

Karakteristik morfometri penting untuk memahami proses hidrologis pada suatu DAS. Tujuan penelitian ini (1) mengkaji karakteristik morfometri DAS Way Apu, (2) menganalisis debit banjir rencana dan hidrograf satuan untuk mendukung perencanaan pengembangan bangunan air di DAS Way Apu. Analisis data meliputi karakteristik lahan morfometri DAS, dan hidrologi DAS. Distribusi frekuensi hujan dihitung dengan metode Log-Pearson Type III, Gumbel, Normal, Log-Normal. Hujan dan debit rencana dihitung dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun untuk masing-masing metode. Debit banjir rencana dihitung dengan metode Rasional, sedangkan model unit hidrograf DAS Way Apu dihitung dengan metode Nakayasu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk DAS kategori lonjong atau memanjang, dengan 4 orde sungai, pola aliran dendritik, dan kemiringan sungai kecil. Curah hujan rencana untuk periode ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50 dan 100 tahun berkisar 37,59 – 185,14 mm (Log Pearson Type III), 41,32 – 180,28 mm (Gumbel), 47,68 – 139,98 mm (Normal), dan 36,82 – 203,66 mm (Log-Normal). Hasil uji Smornov-Kolmogorof menunjukkan bahwa metode Log-Pearson Type III, Gumbel, dan Log-Normal dapat digunakan untuk perhitungan debit banjir rencana. Data debit banjir rencana Gumbel dapat digunakan untuk umur bangunan air 25 tahun, sedangkan bila bangunan airnya dibangun untuk umur 100 tahun, Log-Normal lebih cocok. Berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, kapasitas tampung DAS Way Apu adalah 21,37 m³/dtk, dan kondisi ini tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi.

Kaca Kunci: Karakteristik morfometri DAS, debit banjir rencana, DAS Way Apu

Morphometric and Hydrological Characteristics of Way Apu Watershed Regency Of Buru

ABSTRACT

Morphometry is important characteristics to understand hydrological processes of a catchment. The research purpose was to study the morphometry and flood discharge characteristics of the Way Apu Watershed. Morphometrics data were measured using topographic maps and SIG-ArcView. The frequency distribution of rain was calculated using the Log-Pearson Type III, Gumbel, Normal, Log-Normal methods, and the design rainfall was determined according to 2, 5, 10, 25, 50, and 100 years return periods. The flood discharge was calculated using the rational method, while the hydrograph unit was established using the Nakayasu method. The result showed that the watershed roundness ratio is 0.46 and the elongated ratio is 0.86 indicating the elongate watershed form. The design Rainfall of the return periods of 2, 5, 10, 20, 25, 50 and 100 years range from 37.59 - 185.14 mm (Log Pearson Type III), 41.32 - 180.28 mm (Gumbel), 47, 68 - 139,98 mm (Normal), and 36,82 - 203,66 mm (Log-Normal). The Smornov-Kolmogorof test results show that the Log-Pearson Type III, Gumbel, and Log-Normal methods are suitable to calculate the design flood discharge. Data of the design flood discharge of Gumbel is suited for 25 years of waterwork plan, while Log-normal is suited for 100 years plan. Based on the Nakayasu Synthetic Hydrograph Unit, the river capacity of the Way Apu watershed is 21.37 m³/sec.

Keywords: Watershed morphometry, flood discharge, Way Apu watershed

PENDAHULUAN

Pulau Buru merupakan wilayah sungai lintas Kabupaten berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4 Tahun 2015. Wilayah Sungai Buru terdiri atas 53 Daerah Aliran Sungai (DAS), dan salah satunya adalah DAS Way Apu yang merupakan DAS terluas di P. Buru. DAS Way Apu juga merupakan merupakan salah satu sentra produksi padi di Maluku karena memiliki potensi sumber daya air yang sangat besar.

Salah satu permasalahan yang terjadi saat ini di DAS Way Apu adalah sering terjadinya banjir dan tingginya sedimentasi akibat erosi dan abrasi tebing sungai. Kondisi ini berdampak pada menurunnya fungsi bangunan irigasi sebagai penyedia air bagi lahan sawah di wilayah DAS Way Apu, sehingga pemanfaatan sumber daya air sungai Way Apu untuk mendukung produktivitas lahan sawah tidak maksimal. Laporan BPDAS Waihapu-Batumerah bahwa banjir yang sering terjadi tersebut sangat berkaitan dengan karakteristik morfometri dan kondisi biofisik DAS Way Apu seperti geologi, tanah, topografi, vegetasi dan tutupan lahan di DAS Way Apu^[1].

Kajian karakteristik morfometri dan banjir di Pulau Buru belum banyak diteliti. Hasil-hasil kajian menunjukkan bahwa informasi karakteristik morfometri DAS sangat penting guna memahami karakteristik hidrologis DAS^[2,3], karakteristik banjir^[4,5] dan untuk monitoring dan perencanaan manajemen sumberdaya air^[6,7]. Morfometrik atau karakteristik fisik DAS seperti luas DAS, panjang sungai utama, orde sungai, lebar sungai, kerapatan sungai dan kemiringan sungai sangat berpengaruh terhadap bentuk hidrograf banjir^[8]. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik morfometri dan debit banjir rencana DAS Way Apu Kabupaten Buru.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Way Apu, Kabupaten Buru, Maluku. Data

morfometri sungai (luas, lebar dan bentuk DAS, orde sungai, pola aliran sungai, dan kerapatan sungai) diperoleh melalui analisis peta topografi Skala 1:20.000 dengan menggunakan SIG-ArcView. Data hidrologi diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan metode *cross section* dan *floating method*. Pengukuran debit dilakukan pada sungai utama, jaringan primer, jaringan sekunder dan jaringan tersier. Daerah irigasi (DI) yaitu DI Way Tele, DI Way Tala, DI Way Leman, DI Way Lo, DI Way Tina, DI Way Geren, dan sungai Way Apu.

Analisis data

Analisis morfometri DAS

Luas, panjang dan lebar DAS.

Luas dan panjang DAS diukur dengan menggunakan peta topografi dan SIG-ArcView, sedangkan lebar DAS dihitung dengan rumus^[9]:

$$W = A/L_b$$

W = lebar DAS (km), A = luas DAS (km²),

L_b = panjang sungai utama (km)

Kemiringan atau gradien sungai.

Kemiringan sungai dihitung dengan persamaan^[9] :

$$Su = (h_{85} - h_{10}) / 0,75L_b$$

Su : kemiringan alur sungai utama

h₈₅ : ketinggian titik/elevasi pada jarak 0,85

(85%) dari outlet DAS)

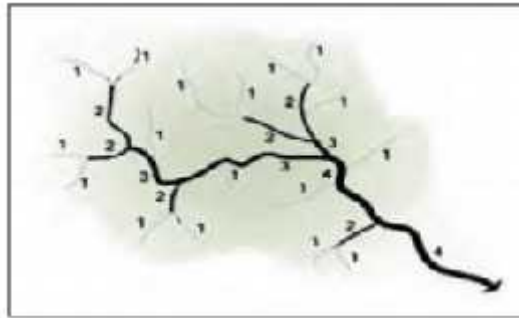
h₁₀ : ketinggian titik/elevasi pada jarak 0,10

(10%) dari outlet DAS

L_b : panjang sungai utama (m)

Orde dan tingkat percabangan sungai.

Orde dan tingkat percabangan sungai ditetapkan dengan metode Strahler^[9], yaitu alur sungai paling hulu yang tidak mempunyai cabang disebut dengan orde 1, pertemuan antara orde 1 disebut orde 2, demikian seterusnya sampai pada sungai utama ditandai dengan nomor orde yang paling besar (Gambar 1).



Gambar 1. Sistem orde sungai metode Strahler ^[9].

Kerapatan sungai

Kerapatan sungai Dihitung menggunakan rumus: $Dd = A/Ln$ (km/km²), dimana, Ln : total panjang alur (km), A = luas DAS (km²)

Bentuk DAS.

Bentuk DAS diperkirakan dengan menggunakan nilai nisbah memanjang (*elongation ratio*) dan nisbah kebulatan (*circularity ratio*). Nisbah kebulatan dihitung dengan rumus: $Rc = 4 A/ p^2$, dan nisbah memanjang dihitung dengan rumus: $Re = 1.129 [A^{1/2}/L_b]$, dimana, Rc dan Re faktor bentuk, A luas DAS (km²), L_b panjang sungai utama (km), dan p keliling (perimeter) DAS (km).

Analisis hidrologi

Analisis hidrologi meliputi:

1. Menghitung curah hujan rencana

- a. Menganalisis hujan harian maksimum daerah penelitian menggunakan data 10 tahun (2009 - 2018).
- b. Menghitung distribusi frekuensi hujan di DAS Way Apu dengan metode distribusi Log-Normal, Log-Pearson Type III, Gumbel, Normal, berdasarkan parameter statistik curah hujan yang telah dihitung ^[10,11].

Probabilitas Log Normal

$\text{Log } X_T = \text{Log } X_{rata} + K_T \times (S \text{ Log } X)$.
 Keterangan : $\text{Log } X_T$ = nilai logaritma hujan dengan periode ulang T , $\text{Log } X_{rata}$ = nilai rata-rata dari $\text{Log } X_i$, $S \text{ Log } X$ = deviasi standar dari $\text{Log } X_i$, dihitung dengan persamaan:

$$S \text{ Log } X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}{n-1}}$$

Metoda Distribusi Log Pearson Type III

$\text{Log } X_T = (\text{Log } X_{rata}) + K_T \times (S \text{ Log } X)$, dimana, $\text{Log } X_T$ = Nilai log hujan dengan periode ulang T , $\text{Log } X_{rata}$ = Nilai rata-rata dari $\text{Log } X$, $S \text{ Log } X$ = Standar Deviasi dari $\text{Log } X$.

Distribusi Probabilitas Gumbel

$X_T = X_{rata} + S \times K$, dimana, X_T = hujan atau debit rencana dengan periode ulang T , X_{rata} = nilai rata-rata dari data hujan atau debit (X_i), S = standar deviasi dari data hujan atau debit (X_i), K =faktor reduksi Gumbel, dihitung dengan persamaan: $K = (Y_t - Y_n)/S_n$, dimana, Y_t = *reduced variate*, dihitung dengan rumus:
 $Y_t = - \ln - \ln(T-1)/T$; Y_n = *Reduced mean*;
 S_n = *reduced standard deviation*.

Distribusi Probabilitas Normal

$$P'(X) = \frac{1}{\dagger \sqrt{2f}} \cdot e^{-\frac{(x-\sim)^2}{2\dagger^2}}$$

Keterangan : \dagger = varian, \sim = rata-rata.

- c. Menghitung hujan rencana dengan kala ulang (T) 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun untuk masing-masing metode.
- d. Melakukan uji distribusi probabilitas dengan metode Smirnov- Kolmogorov untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data analisis. Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut :

- Data diurutkan dari besar ke kecil atau sebaliknya dan ditentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut : $X_1, P(X_1), X_2, P(X_2), X_m, P(X_m), X_n, P(X_n)$.
- Menentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari persamaan distribusinya: $X_1, P'(X_1), X_2, P'(X_2), X_m, P'(X_m), X_n, P'(X_n)$.
- Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis, dihitung dengan persamaan: $\Delta P_i = P(X_i) - P'(X_i)$
- Tentukan apakah $\Delta P_i < \Delta P$ kritis, jika tidak artinya distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.

2. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Nilai debit rencana DAS Way Apu diperoleh menggunakan dua metode yaitu metode Rasional dan Nakayasu dan dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.

Metode Rasional

Rasional sebagai berikut ^[10]:

$$Q = 0,277 C I A,$$

Keterangan :

Q = debit puncak (m^3/dtk)

C = koefisien *run off*, tergantung pada karakteristik DAS (tak berdimensi)

I = intensitas curah hujan, untuk durasi hujan (D) sama dengan waktu konsentrasi (T_c) (mm/jam)

A = luas DAS (km^2)

Konstanta 0,277 adalah faktor konversi debit puncak ke satuan (m^3/dtk).

Metode Nakayasu

Rumus dari hidrograf satuan nakayasu adalah:

$$Q_p = \frac{A \cdot R_u}{3,6 \cdot (C,3 \cdot T_p)}$$

Keterangan: Q_p = debit puncak banjir (m^3/det), R_u = hujan satuan (mm), T_p = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam) $T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30 % dari debit Puncak, A = luas daerah tangkapan sampai outlet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Morfometri

Karakteristik morfometri DAS Way Apu disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik morfometri DAS Way Apu

Morfometri DAS	Komponen	Hasil perhitungan
Luas DAS	Sedang	181.900,718 ha atau 1819,01 km^2
Bentuk DAS	Kipas agak memanjang	nisbah kebulatan DAS= 0,464 nisbah Memanjang DAS= 0,86
Jaringan Sungai	<ul style="list-style-type: none"> • orde 1 • orde 2 • orde 3 • orde 4 • Panjang aliran total 	1231,65 km 1024,28 km 61,14 km 61,79 km 2378,87 km
Pola drainase	Dentritik	
Indeks kerapatan drainase	Indeks kerapatan	1,31 km/km^2 (sedang)
Gradien Kemiringan Sungai	Kemiringan/gradien sungai atau gradien sungai	0,01 (sangat kecil)

Keterangan : Hasil perhitungan, 2019.

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa luas DAS Way Apu adalah 1819,01 km² dan tergolong DAS sedang (berdasarkan kriteria luas DAS dari Dirjen BPDAS-PS, 2013). Karakteristik morfometri DAS mempunyai pengaruh pada pola aliran sungai dan karakteristik banjir ^[12]. Faktor bentuk DAS sangat mempengaruhi hidrograf yang dihasilkan. Bentuk DAS Way Apu seperti kipas agak memanjang dan pola drainase dentritik menghasilkan hidrograf yang tajam (Gambar 4).

Karakteristik hidrologi

Analisis curah hujan harian maksimum

Perhitungan besarnya curah hujan rencana yang terjadi di wilayah DAS Way Apu dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian selama 10 tahun (2009-2018). Data curah harian yang diperoleh terlebih dahulu dianalisis untuk mendapatkan data curah hujan harian maksimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan

harian maksimum tertinggi di DAS Way Apu terjadi pada bulan November 2011 sebesar 301 mm dan terendah pada bulan September 2009 sebesar 6.0 mm. Dengan memperhatikan penyebaran nilai dari data yang ada, maka jumlah data hujan harian maksimum yang digunakan sejumlah n=103, data ini kemudian digunakan sebagai salah satu data untuk perhitungan hujan rencana dan debit banjir rencana DAS Way Apu.

Pola distribusi hujan

Hasil analisis distribusi hujan menggunakan metode distribusi Gumbel, distribusi Normal, distribusi Log-Normal, dan Log Pearson Type III disajikan pada Tabel 2, 3 4, dan 5. Analisis distribusi frekuensi meliputi standar deviasi, koefisien variasi, koefisien kemencengan dan kurtosis. Dari harga parameter statistik tersebut dipilih jenis distribusi yang paling sesuai berdasarkan syarat-syarat yang ada.

Tabel 2. Rekapitulasi hasil perhitungan curah hujan rencana kala ulang DAS Way Apu (distribusi Gumbel)

T	Y _T	S _d	Y _n	S _n	K	Hujan rencana (mm) X = X _{rt} + (S*K)
2	0,3665	39,61	0,5602	1,2069	-0,1605	41,32
5	1,4999	39,61	0,5602	1,2069	0,7786	78,52
10	2,2504	39,61	0,5602	1,2069	1,4004	103,15
20	2,9702	39,61	0,5602	1,2069	1,9968	126,78
25	3,1985	39,61	0,5602	1,2069	2,1860	134,27
50	3,9019	39,61	0,5602	1,2069	2,7688	157,36
100	4,6001	39,61	0,5602	1,2069	3,3474	180,28

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 3. Rekapitulasi hasil perhitungan Curah Hujan Rencana kala ulang DAS Way Apu (distribusi Normal)

T	Xrt (mm)	Sd	Faktor Frekuensi Probabilitas Normal (Kt)	Hujan rencana (mm) $XT = Xrt + (Sd * Kt)$
2	47,68	39,61	0,8400	47,68
5	47,68	39,61	-2,1800	80,95
10	47,68	39,61	0,0000	98,38
20	47,68	39,61	0,8400	112,64
25	47,68	39,61	1,2800	115,35
50	47,68	39,61	1,6400	128,88
100	47,68	39,61	1,7083	139,98

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 4. Rekapitulasi hasil perhitungan Curah Hujan Rencana kala ulang DAS Way Apu (distribusi Log-Normal)

T	P(%)	S logX	Kt*	SlogX*KT	logXT = rt dari logXi + (S*KT)	Hujan rencana antilog dari logXT (mm)
2	50	0,3188	0,0000	0,0000	1,5661	36,8214
5	20	0,3188	0,8400	0,2678	1,8339	68,2182
10	10	0,3188	1,2800	0,4080	1,9742	94,2323
20	5	0,3188	1,6400	0,5228	2,0889	122,7157
25	4	0,3188	1,7083	0,5446	2,1107	129,0328
50	2	0,3188	2,0500	0,6535	2,2196	165,8059
100	1	0,3188	2,3300	0,7428	2,3089	203,6573

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 5. Rekapitulasi hasil perhitungan Curah Hujan Rencana kala ulang DAS Way Apu dengan Metode Log-Pearson Type III

T	P(%)	S logX	Cs	KT*	SlogX*KT	logXT = rt dari logXi + (S*KT)	Hujan rencana antilog dari logXT (mm)
2	50	0,3188	-0,172	0,0282	0,0090	1,5751	37,59
5	20	0,3188	-0,172	0,8488	0,2706	1,8367	68,66
10	10	0,3188	-0,172	1,2616	0,4022	1,9683	92,96
20	5	0,3188	-0,172	1,5477	0,4934	2,0595	114,68
25	4	0,3188	-0,172	1,6908	0,5390	2,1051	127,38
50	2	0,3188	-0,172	1,9615	0,6253	2,1914	155,38
100	1	0,3188	-0,172	2,2002	0,7014	2,2675	185,14

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 2,3,4,5 menunjukkan hasil analisis distribusi hujan maksimum dengan metode Gumbel, Log-Normal dan Log-

Pearson Type III periode ulang 2, 5, 10, 20, 25 dan 100 tahun. Untuk mengetahui data distribusi mana yang dapat digunakan

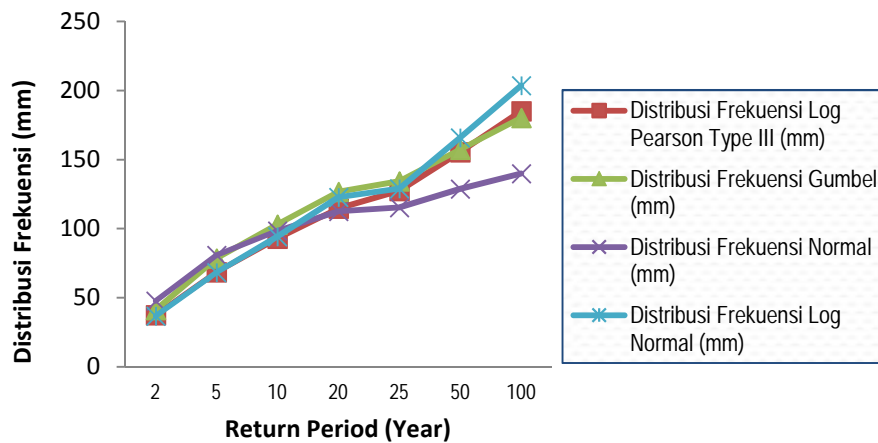
selanjutnya untuk perhitungan debit banjir rencana, maka dilakukan uji kecocokan dengan menggunakan metode Smirnov-Kolmogorof.

Uji kecocokan distribusi frekuensi hujan

Tabel 6 dan Gambar 2 menunjukkan rekapitulasi hasil pengujian terhadap distribusi curah hujan maksimum terpilih di DAS Way Apu yang dihitung untuk periode ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun (Tabel 2,3,4,5).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode Gumbel, Normal, Log-Normal, dan Log Pearson Tipe III mempunyai distribusi yang relatif sama (tidak berbeda besar)

dengan pola yang konsisten, sedangkan distribusi Normal tidak menunjukkan distribusi hujan yang maksimal dan tidak konsisten pada pola distribusinya. Hal ini berarti bahwa metode Gumbel, Log-Normal, dan Log Pearson III paling sesuai untuk DAS Way Apu dibandingkan distribusi Normal, sehingga data curah hujan Gumbel, Log-Normal, dan Log Pearson III dapat digunakan selanjutnya untuk menghitung debit banjir rencana DAS Way Apu. Namun demikian distribusi Log-Normal dapat dijadikan pilihan terbaik untuk menghitung debit banjir rencana periode ulang karena memiliki curah hujan yang maksimum (Gambar 2).



Gambar 2. Karakteristik distribusi hujan rencana dengan metode Gumbel, distribusi Normal, Log-Normal dan distribusi Log-Pearson Type III

Tabel 6. Rekapitulasi hasil perhitungan pemilihan curah hujan rencana di DAS WayApu dan hasil uji Smirnov-Kolmogorov

No	Return Period	Distribusi hujan			
		Log Pearson Type III mm	Gumbel Type I mm	Normal mm	Log Normal mm
1	2	37,59	41,32	47,68	36,82
2	5	68,66	78,52	80,95	68,22
3	10	92,96	103,15	98,38	94,23
4	20	114,68	126,78	112,64	122,72
5	25	127,38	134,27	115,35	129,03
6	50	155,38	157,36	128,88	165,81
7	100	185,14	180,28	139,98	203,66
Smirnov-Kolmogorov		Log Pearson Type III	Gumbel Type I	Normal	Log Normal
P Kritis		0,1340	0,1340	0,1340	0,1340
P-maks (analisis)		0,0339	0,0794	0,1380	0,0997

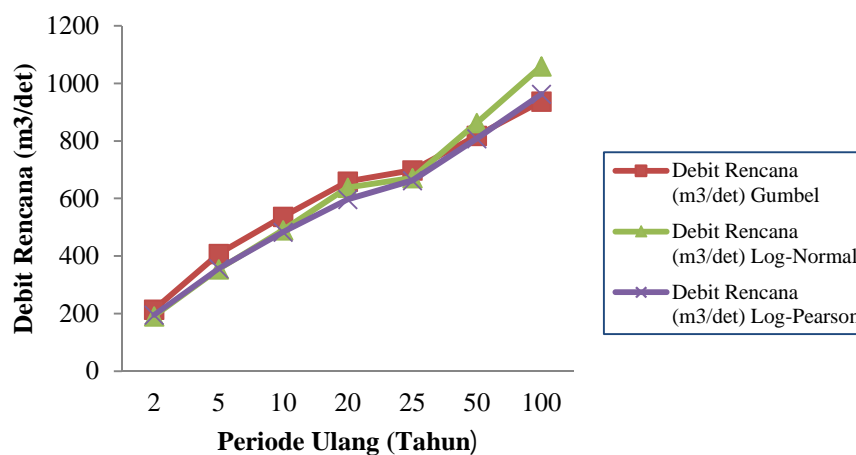
Hipotesis	Diterima	Terima	Ditolak	Diterima
-----------	----------	--------	---------	----------

Sumber : hasil analisis, 2019

Tabel 7. Hasil perhitungan debit banjir rencana dengan metode rasional

Periode Ulang (Tahun)	Debit Rencana (m ³ /det)		
	Gumbel	Log-Normal	Log-Pearson
2	214,98	191,57	195,58
5	408,53	354,92	357,22
10	536,67	490,27	483,65
20	659,59	638,46	596,67
25	698,59	671,33	662,73
50	818,70	862,65	808,41
100	937,93	1059,58	963,24

Sumber: Hasil perhitungan, 2019



Gambar 3. Karakteristik debit banjir rencana dengan metode rasional

Analisis debit banjir rencana

Metode Rasional

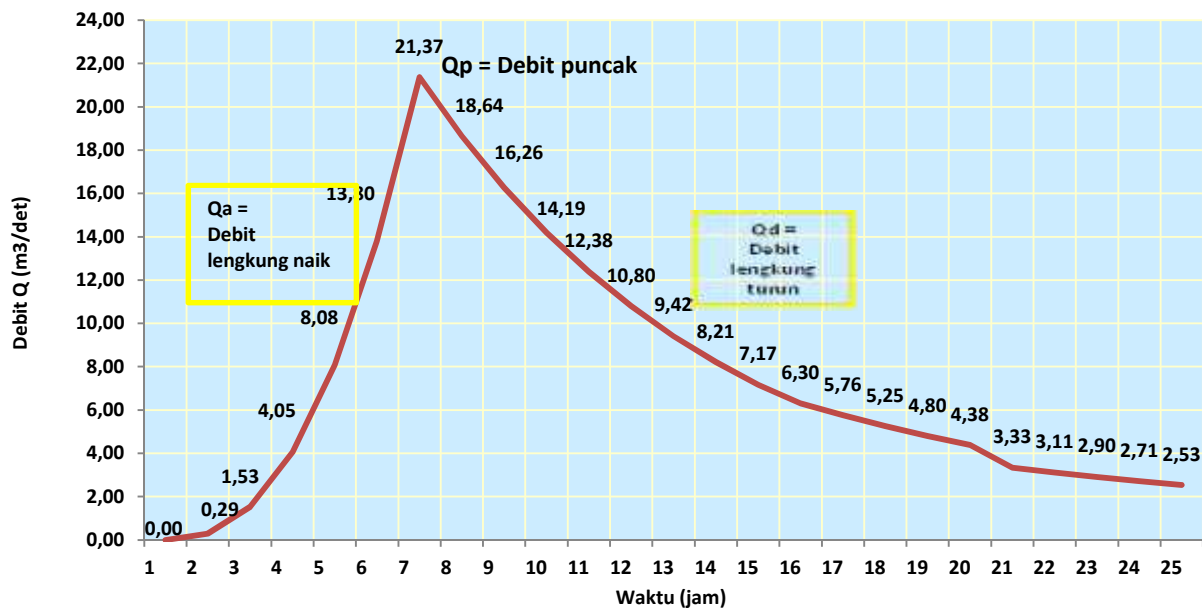
Hasil analisis data debit banjir rencana dengan metode rasional menunjukkan bahwa kecepatan waktu tiba banjir di DAS Way Apu 2,1875 m/dtk. Hasil perhitungan waktu konsentrasi (t_c) di DAS Way Apu menunjukkan bahwa waktu perjalanan yang diperlukan air dari pertama masuk saluran sampai titik keluaran pada bagian, $t_c = 8,63$ jam dengan koefisien pengaliran DAS (C) 0,45. Hasil perhitungan debit banjir rencana DAS Way Apu juga menunjukkan pola yang semakin meningkat selama periode ulang. Rekapitulasi hasil perhitungan debit banjir rencana disajikan pada Tabel 7 dan Gambar 3. Hasil penelitian perhitungan debit banjir

rencana menggunakan metode Rasional berdasarkan data curah hujan rencana Gumbel, Log-Normal dan Log-Pearson Type III pada periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun dan 100 tahun menunjukkan bahwa metode Gumbel memberi debit banjir maksimum pada periode ulang 2 tahun – 25 tahun, sedangkan metode Log-Normal memberi hasil debit maksimum 50–100 tahun. Oleh sebab itu, data debit banjir rencana Gumbel dapat digunakan untuk umur bangunan air 25 tahun, sedangkan bila bangunan airnya dibangun untuk umur 100 tahun maka debit banjir rencana Log-Normal lebih cocok.

Metode hidrograf sintetik Nakayasu

Metode Nakayasu merupakan cara untuk mendapatkan hidrograf banjir rencana dari suatu DAS dengan mempertimbangkan karakteristik dan pola distribusi hujan dan hujan efektif yang jatuh di DAS tersebut. Untuk memperoleh angka-angka kemungkinan besaran debit banjir yang diakibatkan oleh luapan sungai, penelitian ini menggunakan data curah hujan harian maksimum yang sudah terjadi. Hasil perhitungan parameter hidrograf sintetik Nakayasu untuk DAS Way Apu disajikan dalam Gambar 4.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan kondisi morfometri DAS Way Apu, debit banjir puncak di DAS Way Apu sebesar 21,37m³/dtk, koefisien hidrograf sebesar 2,03, waktu satuan hujan (waktu dimana mulai terjadi debit banjir setelah hujan terjadi) 2,17 jam, tenggang waktu yang diperlukan mulai dari permulaan banjir hingga terjadi debit banjir puncak adalah 6,08 jam, sedangkan waktu yang diperlukan untuk penurunan dari debit banjir puncak menjadi 30% adalah 8,81 jam.



Gambar 4. Grafik Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu DAS Way Apu

Hubungan karakteristik morfometri DAS dengan kondisi penggunaan lahan dengan karakteristik debit banjir rencana di DAS Way Apu, sebagai berikut:

- Debit puncak banjir rencana 21,37 m³/dtk menunjukkan bahwa kapasitas tampung sungai Way Apu di bagian hilir sangat rendah sehingga banjir (air meluap) akan terjadi dengan cepat. Kondisi ini terjadi selain dipengaruhi oleh karakteristik morfometri DAS, karena karakteristik morfologi mempengaruhi waktu konsentrasi dan debit puncak. Banjir juga terjadi karena penurunan kapasitas tampung sungai akibat pendangkalan

sungai di bagian hilir yang cepat. Tingginya sedimen ini dapat dikaitkan dengan abrasi tebing sungai, dan sedimen dari bagian atas DAS akibat erosi. Erosi yang terjadi di DAS Way Apu sangat dipengaruhi oleh jenis tanah dan penggunaan lahan.

- Lengkung naik debit yang cepat sangat terkait dengan kondisi tataguna lahan di DAS Way Apu. Semak belukar dan hutan lahan kering sekunder merupakan penggunaan lahan dominan di DAS Way Apu dengan vegetasi utama tanaman minyak kayu putih tanpa penutup lahan, karena sifat alelopati dari tanaman minyak

kayu putih ini menyebabkan tanaman lain tidak dapat tumbuh di sekitarnya. Kondisi ini menyebabkan banyak lahan terbuka, sehingga dengan kondisi lereng agak curam (30-45%) yang dominan maka air sungai atau debit banjir akan cepat meningkat seperti ditunjukkan hidrograf Nakayasu.

- c. Tenggang waktu 6,08 jam yang diperlukan mulai dari permulaan banjir hingga terjadi debit banjir puncak berkaitan dengan waktu konsentrasi aliran permukaan anak-anak sungai masuk ke aliran terdekat, dan selanjutnya mengalir ke sungai utama yaitu sebesar 4,34 jam. Hal ini sangat terkait dengan sifat morfometri DAS Way Apu. Berdasarkan kondisi topografi, daerah tangkapan terbentuk oleh anak-anak sungai dengan pola dendritik pada hulu sungai, dan pola memanjang mengikuti arah lereng pada bagian tengah sungai menuju sungai utama. Bentuk daerah pengaliran yang demikian menyebabkan perjalanan banjir pada bagian hulu agak lambat karena dari anak sungai berbeda-beda waktunya, tetapi berjalan cepat pada aliran memanjang hingga sungai utama. Oleh sebab itu, debit banjir relatif kecil pada hulu tetapi terjadi peningkatan yang cepat di bagian hilir karena datangnya aliran hampir bersamaan, dan dapat menyebabkan banjir besar.

Bila dikaitkan dengan debit banjir rencana periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun dan 100 tahun atau debit maksimum (Tabel 7), maka dengan kapasitas tampung $21,37 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka DAS Way Apu tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi. Hal ini cocok dengan kondisi DAS Way Apu saat ini yang terus mengalami banjir saat musim hujan.

KESIMPULAN

- a. DAS Way Apu memiliki Nisbah kebulatan DAS 0,46 dan nilai

kelonjongan 0.86 masuk dalam kategori bentuk seperti kipas agak memanjang. Mempunyai orde Orde 1 sepanjang 1231,65 km, Orde 2 1024,28 km, orde ketiga (Orde 3) panjang 61,14 km, dan orde keempat (Orde 4) 61,79 km, dengan total panjang sungai 2378,86 km.

- b. Pola aliran DAS Way Apu adalah dendritik yang merupakan perakitan anak-anak sungai dengan sungai utama dengan Indeks Kerapatan drainase/kepadatan aliran (*drainage density*) $1,31 \text{ km}/\text{km}^2$.
- c. Kemiringan sungai DAS Way Apu adalah 0,01 yang menunjukkan tingkat kecuraman sungai yang tidak curam
- d. Curah hujan rencana untuk periode ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50 dan 100 tahun berkisar 37,59 – 185,14mm (metode Log Pearson Type III), 41,32 – 180,28mm (metode Gumbel), 47,68 – 139,98mm (metode Normal), dan 36,82 – 203,66mm (metode Log-Normal).
- e. Distribusi hujan Log-Pearson Type III, Gumbel, dan Log-Normal mempunyai distribusi hujan rencana yang dapat cocok untuk untuk perhitungan debit banjir rencana di DAS Way Apu
- f. Debit banjir rencana di DAS Way Apu untuk periode ulang 2 tahun adalah $214 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Gumbel), $191,57 \text{ m}^3/\text{dtk}$ ($195,58 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Log-Pearson), untuk periode ulang 50 tahun $818,70 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Gumbel), $862,65 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Log-Normal, dan $808,41 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Log-Pearson), sedangkan untuk periode 100 tahun $937,93 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Gumbel), $1059,58 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Log-Normal), $963,24 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Log-Pearson).
- g. Data debit banjir rencana Gumbel dapat digunakan untuk umur bangunan air 25 tahun, sedangkan bila bangunan airnya dibangun untuk umur 100 tahun maka debit banjir rencana Log-Normal lebih cocok.
- h. Berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, kapasitas tampung DAS Way Apu adalah $21,37 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPDAS Waihapu-Batumerah (2011). Rencana Pengelolaan DAS Wae Apu Terpadu Kabupaten Buru Provinsi Maluku. Laporan Desember 2011.
- [2] Supangat, A.B., 2012. Karakteristik hidrologi berdasarkan parameter morfometri DAS Di Kawasan Taman Nasional Meru Betiri. *Jurnal Penelitian Hutan Konservasi Alam*, 9 (3): 275-283.
- [3] Kahirun, La Baco, dan U. O. Hasani, 2017. Karakteristik Morfometri Menentukan Kondisi Hidrologi Das Rorayae. *Ecogreen* 3(2): 105-115
- [4] Jesuleye, L.A., Okeke, U.H., Atijosan, A.O., Badru, R.A., Adewoyin, J.E. and A.T. Alaga, 2016. Morphometry Assessment of Oba River Basin Andits Implication for Flood. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International* 8(3): 1-10.
- [5] Abdel-Fattah, M., Saber, M., Kantoush, D.S., Khalil, M.F., Sumi, T., and A.M. Sefelnas. 2017. A Hydrological and Geomorphometric Approach to Understanding the Generation of Wadi Flash Floods. *Water* 9: 553
- [6] Tunas, I.G., Anwar, N. and U. Lasminto. 2017. Analysis of Main Morphometry Characteristic of Watershed and It's Effect to The Hydrograph Parameters. *IPTEK, The Journal for Technology and Science*, 28(1):
- [7] Said, S., Siddique, R. and M. Shakeel. 2018. Morphometric analysis and sub-watersheds prioritization of Nagmati River watershed, Kutch District, Gujarat using GIS based approach. *Journal of Water and Land Development*, No. 39 (X–XII): 131–139.
- [8] Nadia, F., Fauzi, M. dan A. Sandhyavitri. 2015. Ekstraksi morfometri (DAS) di Wilayah Kota Pekanbaru untuk Analisis Hidrograf Satuan Sintetik. *Annual Civil Engineering Seminar 2015*, Pekanbaru, hal. 202-206
- [9] Rahayu S, Widodo RH, van Noordwijk M, Suryadi I dan Verbist B. 2009. Monitoring air di daerah aliran sungai. Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre - Southeast Asia Regional Office. 104 p
- [10] Hadisusanto, N. 2011. Aplikasi Hidrologi. *Jogya Media Utama* 5(2): 189–198.
- [11] Kamiana, I.M. 2011. Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Cetakan I. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [12] Sobatnu, F., Irawan, F.A. dan A. Salim, 2017. Identifikasi dan pemetaan morfometri DAS Martapura menggunakan teknologi SIG. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 1 (2).