

Analisis Kapasitas Sungai Balangan-Perbandingan Debit Terukur dengan Metode Haspers

Nurhidayati Rahmah Al-Ambari¹ Nilna Amal¹
Noordiah Helda¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

✉ nilna.amal@ulm.ac.id

Sungai Balangan merupakan anak sungai Negara yang salah satu percabangannya terletak dekat dengan pusat Kota Amuntai. Pada saat musim hujan kota Amuntai sering mengalami banjir yang diakibatkan meluapnya Sungai Balangan pada ruas-ruas tertentu. Diperlukan studi untuk mengetahui kapasitas sungai dan banjir rancangan yang dapat ditampung oleh Sungai Balangan. Pengukuran langsung menggunakan perangkat Echo Sounding dilakukan untuk mengukur penampang sungai. Pengukuran penampang sungai diperlukan untuk analisis debit terukur sesaat. Analisis banjir rancangan dilakukan dengan menggunakan metode Haspers meliputi pengolahan data hujan, penentuan variabel yang diperlukan serta penghitungan debit banjir rancangan untuk kala ulang terpilih. Menghitung debit banjir rencana untuk setiap kala ulang yang telah ditentukan dengan metode Haspers dilakukan juga dengan memasukkan faktor koreksinya. Hasil analisis sungai menunjukkan perbedaan yang besar antara debit terukur sesaat dengan metode Haspers tanpa koreksi, hal ini dapat terjadi karena debit terukur sesaat bukan merupakan debit rancangan sehingga perbedaan nilainya menjadi besar. Metode Haspers tanpa koreksi tidak dapat ditampung oleh kapasitas sungai. Namun, metode Haspers dengan koreksi masih dapat menampung debit banjir.

Kata kunci: kapasitas sungai, debit banjir, pengukuran, metode Haspers

Diajukan: 6 Maret 2023

Direvisi: 17 Juni 2023

Diterima: 22 Juli 2023

Dipublikasikan online: 30 Juli 2023

Pendahuluan

Letak kota Amuntai yang diapit oleh dua sungai yaitu Sungai Tabalong dan Sungai Balangan menjadikan daerah ini rawan terhadap terjadinya banjir. Pertemuan kedua sungai ini yang juga adalah anak Sungai Negara tepat berada pada daerah kota. Terjadi banjir dan genangan pada bagian tertentu sungai pada saat hujan dengan intensitas besar (Buku Putih Sanitasi Kabupaten Hulu Sungai Utara, 2013). Terjadinya hujan dengan intensitas tinggi dan menyebabkan banjir pada bulan Januari 2021 merendam hingga ribuan rumah. Masalah banjir di Sungai Balangan menjadi perhatian peneliti sebelumnya yang membahas mengenai potensi rawa untuk mengurangi banjir (Putra et al, 2021)

Ketika musim penghujan datang, kedua sungai baik Sungai Tabalong maupun Sungai Balangan meluap. Luapan ini menggenangi daerah kota yang memiliki ketinggian relatif rendah jika dibandingkan dengan daerah yang lain. Antara musim kemarau dan musim penghujan terjadi fluktuasi tinggi debit sungai Tabalong yang menjadi salah satu penyebab banjir. Pada musim kemarau debit sungai sangat rendah, sedangkan pada musim hujan debit sungai cukup tinggi sehingga daya tampung sungai tidak mencukupi (Buku Putih Sanitasi

Kabupaten Hulu Sungai Utara, 2013), hal yang sama didukung oleh peneliti sebelumnya (Putra et al., 2021)

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan rencana tata guna air dan rencana pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata untuk seluruh wilayah yang bersangkutan, bukan curah hujan untuk suatu lokasi tertentu. Hujan ini disebut curah hujan wilayah. Curah hujan di daerah tersebut biasanya diperkirakan dari beberapa titik pengamatan hujan (Sosrodarsono, 2006).

Banjir di daerah kota Amuntai yang terjadi tiap tahun memerlukan perencanaan perbaikan dan pengaturan sungai sehingga dapat dicegahnya bahaya yang diakibatkannya dan terjaganya kestabilan sungai. Sebuah perencanaan, pemanfaatan dan pengelolaan tidak dapat dilakukan tanpa sebuah studi mengenai daerah yang akan direncanakan perbaikannya.

Penelitian sebelumnya yang menggunakan metode Rasional, der Weduwen dan Haspers dilaksanakan di Sungai Negara (Lestari, 2016). Metode Haspers juga telah digunakan di DAS Manikin Nusa Tenggara Timur (Nasjono et al., 2018). Metode yang sama telah digunakan pula di DAS Bangga di Sulawesi dengan merekomendasikan koreksinya (Marcelia et al., 2014). Metode ini masih digunakan dalam penentuan debit

Cara mensitasi artikel ini:

Al-Ambari, N.R., Amal, N., Helda, N. (2023) Analisis Kapasitas Sungai Balangan-Perbandingan Debit Terukur dengan Metode Haspers. *Buletin Profesi Insinyur* 6(3) 064-071

banjir dan penelitian sebelumnya oleh Saidah et al., 2020 pada DAS Babak, Nusa Tenggara Barat yang membandingkan Metode Weduwen, Melchior dan Haspers menemukan bahwa metode Haspers menghasilkan hasil analisis dengan ketelitian yang paling baik sehingga masih relevan digunakan untuk menentukan debit banjir sungai Balangan.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis kapasitas sungai dalam menampung debit banjir dengan metode Haspers dengan koreksi dan tanpa koreksi pada Sungai Balangan Kabupaten Hulu Sungai Utara Kalimantan Selatan. Pada penelitian juga dilakukan analisis morfologi dan pengukuran langsung dengan memanfaatkan perangkat *Echo Sounding* dan menggunakan perangkat *Arc Map* untuk menganalisis ruas-ruas sungai sebelum dilakukan penghitungan/ analisis hidraulika.

Metode

Lokasi Penelitian

Secara geografis Kabupaten Hulu Sungai Utara terletak pada 2°1'37" sampai 2°35'58" Lintang Selatan dan antara 114°50'58" sampai 115°50'24" Bujur Timur. Letak kota Amuntai diapit oleh dua sungai yaitu Sungai Tabalong dan Sungai Balangan seperti terlihat pada Gambar 1. Sungai Tabalong merupakan anak Sungai Negara bertemu dengan Sungai Balangan yang juga merupakan anak sungai Negara. Pertemuan kedua sungai ini tepat berada pada daerah kota. Saat ini kondisi daya tampung sungai Tabalong tidak sesuai dengan debit yang terjadi sehingga pada musim hujan beberapa bagian waduk sungai tergenang air (Buku Putih Sanitasi Kabupaten Hulu Sungai Utara, 2013). Peta genangan air hasil limpasan Sungai Balangan juga dapat dilihat pada Gambar 1.

Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini diperlukan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Proses pengumpulan data primer dilakukan dengan pengukuran langsung di lapangan

menggunakan meteran untuk mengukur lebar sungai, *Echo Sounding* untuk mengukur penampang sungai, *Current Meter* dan pelampung untuk mengukur kecepatan sungai.

Untuk mendapatkan penampang sungai secara visual diperlukan *software* seperti *Garmin Homeport*, *Basecamp*, *Global Mapper*, *Google Earth*, *Microsoft Excel*, *Notepad*, *Arc Map 10.2*, dan *AutoCAD Civil 3D Land Desktop Companion 2009*. Hasil pengukuran di lapangan yang menunjukkan elevasi dasar dan pembagian stasioning pengukuran Sungai Balangan dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 berikut ini.

Proses mencari data sekunder dilakukan dengan mengumpulkan informasi yang diperlukan ke lapangan. Data yang diperlukan dalam studi kali ini berupa:

- Data hujan dari Badan Meteorologi dan Geofisika Kelas I Banjarbaru dan Balai Wilayah Sungai Kalimantan II.
- Peta DAS dari Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Barito tahun 2004.
- Data Debit Harian Sungai Balangan dari BWS Kalimantan II.

Pekerjaan pengolahan data dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- Analisis hidrolika dan hidrologi
- Membandingkan dan menganalisis kapasitas sungai terhadap debit banjir yang ada.

Bila debit banjir melebihi debit kapasitas tampungan berarti daya tampung tidak mencukupi sehingga dapat disimpulkan terjadi limpasan air. Maka dilakukan penanggulangan banjir.

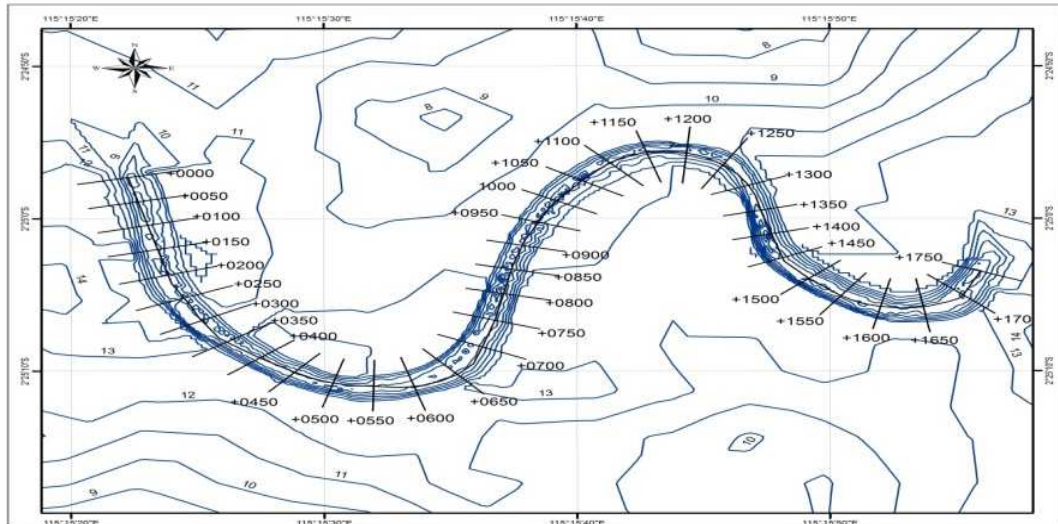
Analisis Data

Tujuan dari analisis frekuensi curah hujan maksimum adalah untuk memprediksi jumlah curah hujan maksimum pada periode ulang tertentu, yang nantinya akan digunakan dalam perhitungan limpasan banjir proyeksi dengan menggunakan metode empiris.

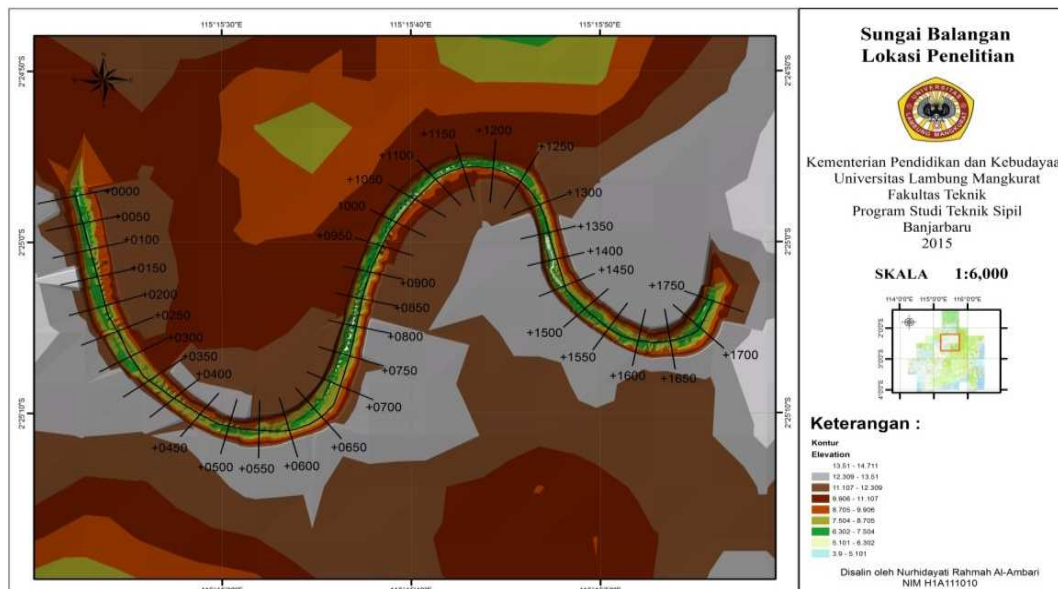
Berbagai jenis distribusi pada analisis frekuensi akan memberikan hasil perhitungan yang berbeda-beda, oleh karena itu perlu diuji distribusi yang mana yang memberi hasil terbaik, yaitu suatu hasil dengan penyimpangan



Gambar 1. Peta kondisi saat banjir di Kota Amuntai



Gambar 2. Elevasi dasar sungai Balangan



Gambar 3. Stasioning lokasi penelitian sungai Balangan

terkecil. Ada 2 metode pengujian distribusi probabilitas yang dapat digunakan pada analisis frekuensi yaitu metode Chi-Kuadrat dan metode Smirnov-Kolmogorov dan telah digunakan pada data hujan di wilayah Banjarbaru (Fahraini dan Rusdiansyah, 2020)

Debit Rencana (Q_r) adalah limpasan dengan periode ulang tertentu (T) yang diharapkan mengalir melalui sungai atau badan air. Periode ulang adalah durasi hipotetis di mana suatu peristiwa dengan nilai tertentu, seperti beban yang direncanakan, akan diimbangi atau dilampaui satu kali dalam waktu hipotetis. Ini tidak berarti bahwa peristiwa tersebut akan berulang secara teratur di setiap periode ulang tersebut (Kamiana, 2011). Penentuan debit rancangan dapat dicari dengan beberapa metode rumus empiris dan telah diterapkan yaitu metode Melchior, Der Weduwen dan Haspers (Robot, 2016; Lestari, 2016, Nasjono, 2018).

Menurut Hadisusanto (2011), penelitian yang dilakukan Haspers berada di wilayah DAS dengan luas yang kurang dari 100 km². Metode Haspers dapat dijelaskan melalui rumus berikut ini:

$$Q_T = \alpha \beta q A \quad (1)$$

dimana:

- Q_T : debit maksimum
- α : run off coefisient
- β : reduction coefficient, perbandingan rerata hujan dengan hujan maksimum dengan daerah dan waktu yang sama.
- q : intensitas hujan (m³/km²/det)
- F : luas catchment (km²)

Prosedur perhitungan:

$$\alpha = \frac{1+0,012.A^{0,7}}{1+0,075.A^{0,7}} \quad (2)$$

$$t = 0,1 \times L^{0,8} \times i^{-0,3} \quad (3)$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t+3,7 \times 10^{-0,4t}}{t^2+15} \times \frac{A^{3/4}}{12} \quad (4)$$

Untuk $t < 2$ jam

$$Rt = \frac{t \times R_{24}}{t+1-0,008(260-R_{24})(2-t)^2} \quad (5)$$

Untuk 2 jam < t ≤ 19 jam

$$Rt = \frac{t \times R_{24}}{t+1} \quad (6)$$

Untuk 19 jam < t ≤ 30 hari

$$Rt = 0,707 \times R_{24} (t + 1) \times 0,5 \quad (7)$$

Perhitungan Hujan Maksimum

$$qt = \frac{Rt}{3,6 \times t} \quad (8)$$

dimana:

- t : waktu konsentrasi (jam)
- A : luas DAS (km²)
- L : panjang sungai (km)
- I : kemiringan sungai merata
- R₂₄ : curah hujan rancangan (mm)
- Rt : intensitas hujan
- Qt : hujan maksimum(m³/km³/det)

(Kamiana, 2011).

Triatmodjo (1993), menyatakan bahwa debit aliran yang diberi notasi Q merupakan total zat cair tiap satu satuan waktu yang mengalir melalui tampang lintang suatu penampang aliran dan dirumuskan dengan:

$$Q = A \cdot V \quad (9)$$

Keterangan:

- Q : debit (m³/det)
- A : luas penampang basah (m²)
- V : kecepatan aliran rata-rata (m/det)

Kecepatan aliran dapat ditentukan melalui beberapa rumus, salah satunya adalah Manning (Triatmodjo, 1993). Beberapa penelitian yang telah menggunakan rumus ini (Putro, 2013; Fasdarsyah, 2016; Wellang, 2019) menunjukkan bahwa Manning merupakan rumus yang telah aplikatif di berbagai tempat di Indonesia sehingga layak digunakan pada penelitian ini. Kecepatan Manning dihitung dengan formula berikut ini:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

dengan,

- V : kecepatan rata-rata
- R : jari-jari hidrolis
- S : kemiringan energi
- n : koefisien kekasaran (nilai n dari Manning)

Koefisien n merupakan fungsi dari bahan dinding saluran.

Pelampung digunakan sesuai dengan data yang ingin diperoleh apakah data kecepatan permukaan atau data vertikal. Pelampung permukaan digunakan untuk mengukur kecepatan horisontal sementara pelampung kaleng dan batang digunakan untuk mengukur kecepatan rerata vertikal. Apabila menggunakan tipe pertama untuk memperoleh kecepatan rerata vertikal maka nilai terukur memerlukan koreksi yang dilakukan dengan mengalikannya dengan koefisien yang biasanya 0,85 (Triatmodjo, 2009).

$$V_{rerata} = \mu V_h \quad (11)$$

Lazim diambil : μ 0,83 ≈ 0,85.

Pengukuran dengan *Current meter*

$$V = an + b \quad (12)$$

dengan:

- V : kecepatan aliran (m/det)
- n : jumlah putaran
- a, b : tetapan (nilai ini ditetapkan dalam kalibrasi)

Pengukuran vertikal pada dua titik 0,2H dan 0,8H (H=kedalaman);

$$V = (V_{0,2} + V_{0,8}) / 2 \quad (13)$$

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kapasitas Penampang Sungai

Hasil penelitian hidraulika sungai didapat dengan membagi metode pengukuran di lapangan menjadi dua bagian, yaitu data untuk pembuatan penampang sungai dan data untuk kecepatan sungai dan sebagian hasilnya disajikan pada Tabel 1. Hasil perhitungan untuk luas *cross section* untuk menghitung penampang sungai disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Contoh data dan Hasil perhitungan kecepatan sungai

Titik Awal	Kedalaman (cm)		Kecepatan Sungai	Rata - Rata
Kanan	0	Permukaan	0.288	0.179
	55.4	0.2 H	0.138	
	221.6	0.8 H	0.111	
Tengah	0	Permukaan	1.288	0.774
	84	0.2 H	0.588	
	294	0.7 H	0.445	
Kiri	0	Permukaan	0.244	0.372
	49.8	0.2 H	0.497	
	199.2	0.8 H	0.374	
Titik Tengah				
Kanan	0	Permukaan	0.371	0.265
	38	0.2 H	0.228	
	152	0.8 H	0.196	

Tabel 1. Contoh data dan Hasil perhitungan kecepatan sungai (lanjutan)

Titik Awal	Kedalaman (cm)	Kecepatan Sungai	Rata - Rata	
Tengah	0	Permukaan	0.407	0.407
	110	0.2 H	0.392	
	275	0.5 H	0.421	
Kiri	0	Permukaan	0.244	0.223
	56	0.2 H	0.260	
	224	0.8 H	0.165	

Tabel 2. Luas per *cross section* penampang sungai penelitian

No	Stasioning	Daerah Total (Kapasitas)			Daerah Terendam air (Aktual)		
		Luas (m ²)	Keliling (m)	Jari Hidrolis (m)	Luas Total (m ²)	Keliling (m)	Jari Hidrolis (m)
1	0+00	219.89	171.71	1.28	98.29	94.19	1.04
2	0+50	203.42	171.32	1.19	151.01	120.16	1.26
3	0+100	193.43	171.25	1.13	137.90	116.30	1.19
4	0+150	227.26	172.02	1.32	76.76	92.13	0.83
5	0+200	197.52	171.27	1.15	110.54	102.65	1.08
6	0+250	166.43	171.61	0.97	84.37	96.42	0.88
7	0+300	169.00	171.86	0.98	119.17	107.79	1.11
8	0+350	182.73	171.47	1.07	128.53	126.97	1.01
9	0+400	149.14	170.73	0.87	102.00	85.79	1.19
10	0+450	152.46	171.25	0.89	108.72	88.43	1.23
11	0+500	155.67	172.60	0.90	76.27	67.15	1.14
12	0+550	177.43	171.19	1.04	115.12	137.06	0.84
13	0+600	208.53	172.01	1.21	204.26	132.98	1.54
14	0+650	257.09	172.03	1.49	240.73	149.88	1.61
15	0+700	199.84	201.82	0.99	199.84	201.82	0.99
16	0+750	182.69	172.37	1.06	168.76	102.81	1.64
17	0+800	182.15	177.04	1.03	174.33	124.74	1.40
18	0+850	119.73	171.44	0.70	119.73	171.44	0.70
19	0+900	137.37	172.17	0.80	123.12	128.66	0.96
20	0+950	93.49	172.56	0.54	93.49	172.56	0.54
21	0+1000	105.06	171.57	0.61	105.06	171.57	0.61
22	0+1050	116.92	174.00	0.67	60.69	79.32	0.77
23	0+1100	115.11	171.03	0.67	115.11	171.03	0.67
24	0+1150	130.76	192.21	0.68	130.76	192.21	0.68
25	0+1200	116.11	171.94	0.68	104.80	140.78	0.74
26	0+1250	140.00	170.87	0.82	111.92	152.70	0.73
27	0+1300	121.94	171.18	0.71	94.00	84.64	1.11
28	0+1350	158.39	172.60	0.92	158.39	172.60	0.92
29	0+1400	188.96	173.47	1.09	102.77	79.04	1.30
30	0+1450	201.14	171.89	1.17	129.44	93.28	1.39
31	0+1500	197.31	171.99	1.15	168.75	100.78	1.67
32	0+1550	177.01	171.69	1.03	136.45	94.18	1.45
33	0+1600	199.67	172.01	1.16	147.15	98.74	1.49
34	0+1650	190.62	171.24	1.11	153.22	110.29	1.39
35	0+1700	280.49	171.59	1.63	190.19	123.75	1.54
36	0+1750	192.45	171.48	1.12	192.45	171.48	1.12
Maks		280.49	201.82	1.63	240.73	201.82	1.67
Rata - Rata		172.42	173.35	1.00	131.50	123.79	1.10

Kecepatan Sungai dan Kemiringan Dasar

Dengan memasukkan nilai kecepatan yang didapat dari hasil perhitungan menggunakan *current meter* pada Tabel 5 maka diketahui kecepatan sungai rata – rata

yaitu 0,355 m/det dan kecepatan sungai maksimum 0,607 m/det.

Sedangkan dengan memasukkan nilai kecepatan permukaan yang didapat dari hasil perhitungan

menggunakan pelampung pada Tabel 5 maka diketahui kecepatan sungai permukaan rata-rata yaitu 0,489 m/det dan kecepatan sungai maksimum permukaan 0,678 m/det.

Elevasi di hulu Sungai 7,1 m dan elevasi di hilir Sungai 6,5 m serta panjang sungai sekitar 1750 m maka

diperoleh kemiringan dasar sungai adalah 0,000343. Dengan hasil-hasil perhitungan dengan berbagai kecepatan yang didapat, dibuat hasil keseluruhan. Hasil keseluruhan debit sungai Balangan dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil perhitungan debit terukur sesaat

No.	Stasioning	Luas penampang penuh sungai A (m ²)	Debit Penuh Qf (m ³ /det)				Luas penampang basah sungai A (m ²)	Debit Aktual QA (m ³ /det)			
			kecepatan Current meter		kecepatan pelampung			kecepatan Current meter		kecepatan pelampung	
			0.607 m/det	0.355 m/det	0.678 m/det	0.489 m/det		0.607 m/det	0.355 m/det	0.678 m/det	0.489 m/det
1	0+00	219.89	133.52	77.97	149.09	107.55	98.29	59.68	34.85	66.64	48.08
2	0+50	203.42	123.52	72.13	137.92	99.50	151.01	91.70	53.55	102.39	73.86
3	0+100	193.43	117.45	68.59	131.15	94.61	137.90	83.74	48.90	93.50	67.45
4	0+150	227.26	138.00	80.58	154.09	111.16	76.76	46.61	27.22	52.04	37.55
5	0+200	197.52	119.94	70.04	133.92	96.61	110.54	67.12	39.20	74.95	54.07
6	0+250	166.43	101.06	59.01	112.84	81.41	84.37	51.23	29.92	57.20	41.27
7	0+300	169.00	102.62	59.93	114.58	82.66	119.17	72.36	42.26	80.80	58.29
8	0+350	182.73	110.96	64.79	123.89	89.38	128.53	78.05	45.58	87.15	62.87
9	0+400	149.14	90.56	52.88	101.12	72.95	102.00	61.94	36.17	69.16	49.89
10	0+450	152.46	92.58	54.06	103.37	74.57	108.72	66.02	38.55	73.71	53.18
11	0+500	155.67	94.53	55.20	105.55	76.14	76.27	46.31	27.04	51.71	37.31
12	0+550	177.43	107.74	62.91	120.30	86.79	115.12	69.90	40.82	78.05	56.31
13	0+600	208.53	126.62	73.94	141.39	102.00	204.26	124.03	72.43	138.49	99.91
14	0+650	257.09	156.11	91.16	174.31	125.75	240.73	146.18	85.36	163.22	117.75
15	0+700	199.84	121.35	70.86	135.49	97.75	199.84	121.35	70.86	135.49	97.75
16	0+750	182.69	110.93	64.78	123.87	89.36	168.76	102.47	59.84	114.42	82.55
17	0+800	182.15	110.61	64.59	123.50	89.09	174.33	105.86	61.82	118.20	85.27
18	0+850	119.73	72.70	42.46	81.18	58.56	119.73	72.70	42.46	81.18	58.56
19	0+900	137.37	83.41	48.71	93.14	67.19	123.12	74.76	43.66	83.48	60.22
20	0+950	93.49	56.77	33.15	63.39	45.73	93.49	56.77	33.15	63.39	45.73
21	0+1000	105.06	63.79	37.25	71.23	51.39	105.06	63.79	37.25	71.23	51.39
22	0+1050	116.92	71.00	41.46	79.27	57.19	60.69	36.85	21.52	41.15	29.69
23	0+1100	115.11	69.90	40.82	78.05	56.30	115.11	69.90	40.82	78.05	56.30
24	0+1150	130.76	79.40	46.37	88.66	63.96	130.76	79.40	46.37	88.66	63.96
25	0+1200	116.11	70.50	41.17	78.72	56.79	104.80	63.64	37.16	71.06	51.26
26	0+1250	140.00	85.01	49.64	94.92	68.48	111.92	67.96	39.69	75.88	54.74
27	0+1300	121.94	74.04	43.24	82.68	59.64	94.00	57.08	33.33	63.73	45.98
28	0+1350	158.39	96.18	56.16	107.39	77.47	158.39	96.18	56.16	107.39	77.47
29	0+1400	188.96	114.74	67.00	128.12	92.43	102.77	62.40	36.44	69.68	50.27
30	0+1450	201.14	122.14	71.32	136.38	98.38	129.44	78.60	45.90	87.76	63.31
31	0+1500	197.31	119.81	69.96	133.78	96.51	168.75	102.47	59.84	114.42	82.54
32	0+1550	177.01	107.48	62.77	120.02	86.58	136.45	82.86	48.38	92.52	66.74
33	0+1600	199.67	121.24	70.80	135.38	97.66	147.15	89.35	52.18	99.77	71.98
34	0+1650	190.62	115.75	67.59	129.24	93.24	153.22	93.04	54.33	103.89	74.94
35	0+1700	280.49	170.32	99.46	190.18	137.20	190.19	115.49	67.44	128.95	93.03
36	0+1750	192.45	116.86	68.24	130.48	94.13	192.45	116.86	68.24	130.48	94.13
	Maksimum	280.49	170.32	99.46	190.18	137.20	240.73	146.18	85.36	163.22	117.75
	Rata - Rata	172.42	104.70	61.14	116.91	84.34	131.50	79.85	46.63	89.16	64.32

Pengolahan Data Curah Hujan

Data curah hujan bersumber dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Banjarbaru dengan jangka waktu 20 tahun untuk 2 stasiun yaitu stasiun hujan Banjarbaru dan Amuntai Tengah. Sedangkan data hujan berasal dari Balai Wilayah Sungai II untuk 3

stasiun yaitu stasiun Lampihong, Paringin, dan Halong. Data tersebut terdiri dari tahun 1990 sampai tahun 2014.

Analisis frekuensi bertujuan untuk menentukan korelasi antara suatu kejadian ekstrem baik yang terbesar yaitu maksimum maupun terkecil yaitu

minimum dengan kekerapan terjadinya berdasarkan distribusi probabilitas. Analisis frekuensi suatu kejadian (hujan atau debit) memerlukan data seri data (hujan atau debit) selama beberapa tahun. Pada penelitian ini dilakukan analisis frekuensi untuk kejadian hujan dengan data hujan ekstrim tahunan sepanjang 24 tahun. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan analisis frekuensi

Periode Ulang	Dist. Normal	Dist. Log Normal*)	Dist. Gumbel	Dist. Log Pearson III
T (tahun)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
2	98.70	92.87	92.97	90.51
5	130.68	124.38	132.49	123.32
10	147.42	144.94	158.66	146.99
50	176.73	189.45	216.25	205.54
100	187.39	208.83	240.60	208.69

Setelah didapatkan hasil perhitungan hujan rancangan dengan metode di atas, selanjutnya setiap metode di uji kesesuaian distribusinya untuk mengetahui hasil perhitungan dengan distribusi mana yang terbaik, yaitu suatu hasil dengan penyimpangan terkecil.

Dari hasil uji distribusi dengan kedua metode yaitu Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov diperoleh bahwa distribusi Log Pearson III, Log Normal, dan Gumbel dapat diterima oleh kedua uji kesesuaian distribusi kecuali distribusi Normal yang tidak diterima diuji chi Kuadrat sehingga untuk penelitian ini perhitungan frekuensi curah hujan digunakan hasil dari metode distribusi Log Pearson Type III.

Perhitungan Debit Banjir

Dengan data-data sungai Balangan yaitu luas aliran DAS = 2026,6148 km²; beda tinggi dasar sungai = 7,1 – 6,5 = 0,6 m, panjang total sungai penelitian = 1,750 km serta panjang Sungai Balangan total = 141,19km maka diperoleh perhitungan debit metode Haspers sebagaimana yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Kapasitas Sungai Balangan dan Analisis Metode Haspers

Dengan membandingkan nilai debit maka dapat diketahui apakah Sungai Balangan mencukupi atau tidak. Nilai debit sesaat (Qa) adalah debit saat dilakukan pengukuran di lapangan, debit kapasitas (Qfc) adalah daya tampung sungai keseluruhan, dan debit dari rumus empiris (Qn) adalah debit dari hasil perhitungan menggunakan rumus kecepatan

manning dikalikan dengan luasnya. Perbandingan dengan mengambil nilai debit kapasitas rata-rata dan terbesar maka dapat diketahui kapasitas sungai Balangan pada Tabel 6.

Tabel 5. Hasil perhitungan debit

Kala Ulang (tahun)	Hujan Rancangan	Rt (mm)	qt m ³ /dt/km ²	Q (m ³ /dt)
2	90.51	481.70	2.403	708.76
5	123.32	656.34	3.276	965.73
10	146.99	782.29	3.904	1151
50	205.54	1093.9	5.459	1609.5
100	208.69	1110.6	5.542	1634.1

Tabel 6. Rekap hasil perhitungan debit sungai Balangan

Kecepatan	Q _{fc} m ³ /det	Q _a m ³ /det	Q _n m ³ /det
			V=0.38
V=0.607 m/det	104.70	79.85	68.49
V=0.355 m/det	61.14	46.63	
V=0.678 m/det	116.91	89.16	
V=0.489 m/det	84.34	64.32	

Metode perhitungan debit dari data hujan menggunakan Haspers memiliki penyimpangan. Penyimpangan ini diteliti oleh Marcellia (2014) dalam jurnal nya mengenai ketelitian penelitian metode empiris untuk menghitung debit banjir rancangan di DAS Bangga, Palu. Debit terukur di dapatkan dari data debit dari BWS Kalimantan II yang dilakukan analisis frekuensi dengan distribusi terpilih adalah distribusi Gumbel. Dengan mencari nilai koreksi berdasarkan metode penelitian oleh Marcellia dkk., (2014) diketahui nilai koreksi (C) untuk metode Haspers yaitu 0,18. Hasil debit banjir hasil perhitungan terkoreksi diberikan pada Tabel 7.

Debit terukur dari data yang bersumber dari BWS Kalimantan II diasumsikan merupakan salah satu acuan kedua selain kapasitas sesungguhnya yang merupakan hasil hitungan yaitu 104,7 m³/det, dan debit ini tidak mampu menampung debit banjir rancangan Metode Haspers. Dengan Metode Haspers terkoreksi yang dibandingkan dengan Qterukur maka sungai masih dapat menampung hingga debit dengan kala ulang 5 tahun. Hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 7. Debit rancangan banjir Metode Haspers terkoreksi

Kala Ulang	Q Terukur	Q Haspers	Penyimpangan		Konversi	Faktor Koreksi	Q Haspers koreksi
	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	%			m ³ /det
	a	b	c=b-a	d=c/a x100			
2	159.93	708.77	548.84	343.19	0.23	0.18	130.26
5	188.49	965.73	777.24	412.34	0.20		177.48
10	207.41	1151.05	943.64	454.97	0.18		211.54
50	249.04	1609.57	1360.53	546.32	0.15		295.81
100	266.63	1634.18	1367.54	512.89	0.16		300.33

Tabel 8. Hasil perbandingan debit kapasitas sungai Balangan

Kala Ulang	Q Terukur	Q Haspers	Q Haspers Hasil Koreksi	Q sungai acuan
	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	
2	159.93	708.77	130.25687	104.7
5	188.49	965.73	177.48158	
10	207.41	1151.05	211.53928	
50	249.04	1609.57	295.80515	
100	266.63	1634.18	300.3275	

Kesimpulan

Metode Haspers merupakan salah satu metode klasik yang telah lama digunakan dalam penghitungan banjir dan mendapatkan hasil yang berbeda-beda untuk berbagai DAS yang digunakan namun masih andal untuk digunakan sebagaimana diperoleh pada penelitian terdahulu. Penelitian ini mendasarkan pada hasil tersebut dan melakukannya dalam dua metode yaitu dengan dan tanpa terkoreksi. Berdasarkan pengukuran lapangan didapatkan bahwa debit banjir terukur dengan Metode Haspers belum terkoreksi berbeda cukup jauh. Hal ini disebabkan karena metode Haspers mendasarkan perhitungan pada data fisik sungai. Perhitungan dilakukan pada ruas tertentu sehingga bisa jadi kemiringannya tidak merepresentasikan data sesungguhnya. Perhitungan pada ruas fisik yang lain dengan ketelitian yang baik diharapkan dapat memberikan nilai ketelitian yang lebih baik. Berdasarkan analisa debit sebelumnya, sungai Balangan hanya mampu menampung debit rencana sampai kala ulang 10 tahun. Diperlukan penelitian lanjutan mengenai analisis hitungan debit banjir dengan metode empirik yang berbeda. Selain itu pengumpulan data primer pada ruas sungai yang lain terutama data hujan otomatis dan ketinggian muka air aktual diharapkan juga akan menunjukkan hasil yang lebih baik.

Referensi

ESRI. (1996). *ArcView GIS: The Geographic Information System for Everyone*. Environmental Systems Research Institute, Inc.

Fahraini, A., & Rusdiansyah, A. (2020). Analisis Keandalan Metode Analisa Frekuensi dan Intensitas Berdasarkan Data Curah Hujan Klimatologi Banjarbaru. *Jurnal Teknologi Berkelanjutan (Sustainable Technology Journal)*, 9 (1): 11-23.

Fasdarsyah (2016). Analisis Karakteristik Sedimen Dasar Sungai terhadap Parameter Kedalaman. *Teras Jurnal*, 6(2): 91-100.

Hadikusanto, N., 2011, Aplikasi Hidrologi, Jogja Mediautama, Jogjakarta.

Kamiana, I Made. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Kelompok Kerja daerah. (2013). *Buku Putih Sanitasi Kabupaten Hulu Sungai Utara*. Pemerintah Daerah Amuntai Hulu Sungai Utara

Lestari, U.S. (2016) Kajian Metode Empiris untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio). *Jurnal Poros Teknik*, 8(2): 86-96.

Marcelia, Haricahyono, T., & Abu, A. (2014) Ketelitian Metode Empiris untuk Menghitung Debit Banjir Rancangan di DAS Bangga. *Infrastruktur*, 4(1): 22-30.

Nasjono, J. K., Hunggurami, E., & Sarty, M. G. ((2018) Keandalan Metode Haspers dan Weduwen pada DAS Manikin. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(2): 193-203.

Novitasari. (2010). *Bahan Ajar Rekayasa Hidrologi I*. Universitas Lambung Mangkurat Press. Banjarmasin.

Putra, I. S., & Dhiaksa, A. (2021). Pengelolaan Rawa Lebak Danau Panggang sebagai Pengendali Banjir di Kabupaten Hulu Sungai Utara, *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan PIT HATHI*, Surabaya, 30 Oktober, 2021.

Putro, H., & Hadihardjaja, J. (2013), Variasi Koefisien Kekasaran Manning (n) pada Flume Akrilik pada Variasi Kemiringan Saluran dan Debit Aliran. *Jurnal MKTS*, 19 (2): 141-146.

Robot, J. A., Manonama, T, Wuisan, E., & Tangkudung, H. (2014) Analisis Debit Banjir Sungai Ranoyopo menggunakan Metode HSS Gama-I dan HSS Limantara. *Jurnal Teknik Sipil*, 2 (1); 1-12.

Saidah, H., Pracoyo, A., & Khairudin, (2020). Perbandingan Beberapa Metode Perhitungan Debit Puncak Banjir Rancangan, *Jurnal Unmas Mataram*, 14 91): 526-536.

Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. (2006). *Hidrologi untuk Pengairan*. Prandya Paramita. Jakarta.

Triatmodjo, B. (1993). *Hidrolika I*. Beta Offset, Yogyakarta.

Triatmodjo, B. (2008). *Hidrolika II*. Beta Offset. Yogyakarta.

Undang-Undang Republik Indonesia No 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah, Lembaga RI Tahun 2004, Jakarta.

Wellang, M., Hasim, M., F., & Simin, I., F. (2019). Analisa Koefisien Kekasaran Manning (n) dan Chezy (C) pada Saluran Terbuka dengan Variasi Debit Aliran dan Kemiringan. *Jurnal Teknik Sipil Macca*, 4 (1): 11-21.