



Analisis Perbandingan Curah Hujan dan Debit Banjir di DAS Citanduy Hulu Bendungan Leuwikeris

Sulwan Permana¹, Bambang Haidar Dwiyanto²

Jurnal Konstruksi
Institut Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

¹sulwanpermana@itg.ac.id
²1811032@itg.ac.id

Abstrak – Sungai Citanduy yang berada di Wilayah Priangan Timur di Provinsi Jawa Barat, akhir-akhir ini pada musim penghujan curah hujan yang terjadi sangat tinggi, durasi hujan yang lama, dan distribusi hujan yang tidak merata menimbulkan permasalahan banjir di beberapa tempat khususnya di daerah Kabupaten Tasikmalaya, Kabupaten Ciamis, Kota Banjar, dan Kabupaten Pangandaran. Di bagian hulu sungai kerap terjadi banjir dan longsor seperti di daerah Tanjungsari Kecamatan Sukaresik. Sedangkan di bagian hilir, warga mengalami banjir yang disebabkan meluapnya Sungai Citanduy seperti di daerah Sindangreja, Wanareja, Lakbok dan sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai perbandingan intensitas curah hujan di kawasan DAS Citanduy hulu sampai Bendungan Leuwikeris dengan menggunakan Metode Talbot, Sherman, dan Ishiguro, sedangkan debit banjir menggunakan metode Nakayasu. Berdasarkan hasil analisis perhitungan perbandingan intensitas curah hujan, bahwa Metode Ishiguro merupakan metode yang paling efektif digunakan dalam menghitung intensitas curah hujan dengan nilai sebesar 938,82 mm/jam pada tahun 2008-2014 dan pada tahun 2015-2021 sebesar 1126,74 mm/jam. Perbandingan debit banjir untuk periode ulang 2 tahun diperoleh hasil sebesar 193,94 m³/detik pada tahun 2008-2014 dan pada tahun 2015-2021 didapatkan hasil sebesar 232,77 m³/detik, maka dari hasil perhitungan perbandingan debit banjir bisa disimpulkan bahwa debit banjir pada tahun 2015-2021 lebih besar dari pada debit banjir pada tahun 2008-2014.

Kata Kunci – Banjir; Bendungan; Curah Hujan; DAS Citanduy; Debit Banjir.

I. PENDAHULUAN

Hujan merupakan peristiwa turunya air dari langit ke bumi. Jumlah rata-rata hujan yang jatuh setiap 2 bulan atau setiap tahun disuatu tempat, tidak selalu sama. Akhir-akhir ini pada musim penghujan, Sungai Citanduy yang berada di Wilayah Priangan Timur di Provinsi Jawa Barat mengalami curah hujan yang sangat tinggi, durasi hujan yang lama, dan distribusi hujan yang tidak merata menimbulkan permasalahan banjir di beberapa tempat khususnya di daerah Kabupaten Tasikmalaya, Kabupaten Ciamis, Kota Banjar, dan Kabupaten Pangandaran. Di bagian hulu sungai kerap terjadi banjir dan longsor pada musim hujan seperti di daerah Tanjungsari Kecamatan Sukaresik. Sedangkan di bagian hilir, warga kerap mengalami banjir yang disebabkan meluapnya Sungai Citanduy seperti di daerah Sindangreja, Wanareja, Lakbok dan sekitarnya. Pada musim kemarau terjadi kekeringan yang menyebabkan lahan-lahan kekurangan air. Oleh karena itu diperlukan pembangunan infrastruktur sebagai upaya pemanfaatan sungai secara maksimal yaitu berupa bendungan [1].

Bendungan Leuwikeris terletak di kabupaten Ciamis dibangun berdasarkan terbatasnya ketersediaan air, sedangkan kebutuhan semakin meningkat. Selain itu daerah disekitar Sungai Citanduy sering kekurangan air di musim kemarau dan banjir di musim penghujan. Air yang tertampung di Bendungan Leuwikeris tidak hanya

akan memenuhi kebutuhan primer, tetapi juga kebutuhan sekunder. Dengan dibangunnya Bendungan Leuwikeris, air yang mengalir dari Sungai Citanduy akan ditampung dan dapat dimanfaatkan dengan optimal. Akan tetapi Pembangunan dibidang pemukiman, pertanian, perkebunan, industri, eksploitasi sumber daya alam berupa penambangan dan eksploitasi hutan menyebabkan debit hidrologi yang dihasilkan akan lebih besar daripada sebelum adanya pembangunan bendungan di wilayah DAS Citanduy.

Penelitian ini didasarkan pada penelitian terdahulu yang memiliki karakteristik yang relatif sama. Terdapat beberapa penelitian yang menjadi acuan dalam penelitian ini diantaranya ; “Analisis Curah Hujan dan Debit Banjir di DAS Cimanuk Hulu Wilayah Bayongbong Kabupaten Garut” (2018) [2], “Analisis Debit Banjir Dan Penulusuran Banjir Di Bendungan Cipanas Kabupaten Sumedang” (2020) [3], “Analisa Metode Intensitas Hujan Pada Stasiun Hujan Rokan IV Koto, Ujung Batu, Dan Tandun Mewakili Ketersediaan Air Disungai Rokan” (2016) [4], “Analisis Data Hidrologi Sungai Air Bengkulu Menggunakan Metode Statistik” (2017) [5], dan “Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (ALABIO)” (2016) [6]. Penelitian ini dilakukan dengan metode yang berbeda dari penelitian penelitian yang dijadikan referensi untuk menghasilkan kajian perhitungan debit dan curah hujan yang tepat dalam DAS tersebut.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, diantaranya penelitian ini banyak menggunakan data data berupa angka yang kemudian dianalisis dengan metode metode yang relevan. Adapun tahapan penelitiannya adalah dengan metode langkah-langkah berikut.

A. Intensitas Curah Hujan

Tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu disebut dengan intensitas hujan [7]. Rumus umum intensitas hujan sebagai berikut :

Metode Pengukuran Hujan.

$$I = \frac{R}{t} \quad (1)$$

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam)

R = tinggi hujan (mm)

t = lamanya hujan (jam)

Sifat umum dari hujan adalah bahwa semakin pendek hujan, cenderung semakin kuat. Periode ulang adalah jumlah hipotetis waktu bahwa sejumlah curah hujan akan sama atau lebih. Hubungan antara intensitas, durasi hujan, dan frekuensi curah hujan dinyatakan sebagai kurva IDF (*Intensity Frequency and Duration Frequency Curve*). Data curah hujan jangka pendek seperti 5, 10, 30 menit dan jam diperlukan untuk menghasilkan kurva IDF. Data curah hujan jenis ini hanya dapat diperoleh dari stasiun curah hujan otomatis. Anda juga dapat membuat kurva IDF dari data curah hujan jangka pendek menggunakan salah satu dari beberapa persamaan, termasuk rumus Talbot, Sherman, dan Ishiguro.

1. Metode Sherman

Rumus Sherman cocok untuk jangka waktu curah hujan yang lebih dari 2 jam. Adapun rumus tersebut :

$$I = \frac{a}{t^n} \quad (2)$$

$$\log a = \frac{\sum (\log i) \sum (\log t)^2 - \sum (\log t \cdot \log i) \sum (\log t)}{N \sum (\log t)^2 - (\sum (\log t))^2} \quad (3)$$

$$n = \frac{\sum (\log i) \sum (\log t) - N \sum (\log t \cdot \log i)}{N \sum (\log t)^2 - (\sum (\log t))^2} \quad (4)$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/menit)

t = lamanya curah hujan atau durasi (menit)

2. Metode Talbot

Rumus Talbot banyak digunakan di Jepang karena mudah diterapkan. Tetapan-tetapan a dan b ditentukan dengan harga-harga terukur. Adapun rumus tersebut:

$$I = \frac{a}{t+b} \quad (5)$$

$$a = \frac{\sum (it) \sum (i^2) - \sum (i^2 t) \sum (i)}{N \sum (i^2) - (\sum (i))^2} \quad (6)$$

$$b = \frac{\sum (i) \sum (it) - N \sum (i^2 t)}{N \sum (i^2) - (\sum (i))^2} \quad (7)$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/menit)

t = lamanya curah hujan atau durasi (menit)

3. Metode Ishiguro

Rumus Ishiguro ini dikemukakan oleh Dr. Ishiguro tahun 1953. Adapun rumus tersebut :

$$I = \frac{a}{\sqrt{t+b}} \quad (8)$$

$$a = \frac{\sum (i\sqrt{t}) \sum (i^2) - \sum (i\sqrt{t}) \sum (i)}{N \sum (i^2) - (\sum (i))^2} \quad (9)$$

$$b = \frac{\sum (i) \sum (i\sqrt{t}) - N \sum (i^2 t)}{N \sum (i^2) - (\sum (i))^2} \quad (10)$$

B. Metode Distribusi Log Person III

Metode distribusi log Pearson tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi terutama dalam analisa data maksimum dan minimum dengan nilai ekstrim [8]. Persamaan yang digunakan:

$$\log X_{TR} = \overline{\log X} + K_{TR} (\overline{S \log X}) \quad (11)$$

Dimana:

X_{TR} = Curah hujan maksimum dalam PUH TR (mm/jam)

K_{TR} = Skew curve faktor

C. Uji Kecocokan

Dalam menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari contoh data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter diantaranya yaitu :

1. Uji Chi Kuadrat

Uji Chi Kuadrat diperlukan sebagai parameter kecocokan dan pendistribusi data yang digunakan.

$$\chi^2 \cdot h = \sum \frac{(oi - Ei)^2}{Ei} \quad (12)$$

G = Jumlah Sub kelompok

D. Analisis Standar Deviasi

Standar deviasi adalah akar kuadrat dari varians dan mewakili standar deviasi data dari mean [9]. Koefisien standar deviasi dinyatakan dalam (s) dan dinyatakan dalam rumus:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - xr)^2}{n-1}} \quad (13)$$

Dimana :

- S = Standar Deviasi
- X_i = Variabel minimum
- X_r = Variabel rata-rata
- n = Jumlah data

E. Penentuan Hujan Kawasan

Pada penelitian ini digunakan metode poligon Thiessen untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut. Metode Poligon Thiessen memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut[10]. Rumus Metode Poligon Thiessen yaitu :

$$\bar{P} = \frac{A_1P_1+A_2P_2+\dots+AnP_n}{A_1+A_2+\dots+An} \tag{14}$$

Dimana :

- \bar{P} = Hujan rerata kawasan
- $P_1, P_2 \dots P_n$ = Hujan pada stasiun 1,2,3 ... , n
- $A_1, A_2 \dots A_n$ = Luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, 3 ... , n

F. Debit Banjir

Masalah banjir biasanya diatasi dengan memasang saluran air untuk menghilangkan air dari kawasan lindung secepat mungkin, serta, yang lebih penting, mengelola sumber banjir. Luapan air hujan harus dikendalikan oleh limpasan permukaan melalui pembangunan, salah satunya pembangunan sumur rembesan [11]. Adapun metode yang digunakan dalam analisis debit banjir ini menggunakan Nakayasu. Hidrograf satuan sintetis Nakayasu dikembangkan berdasarkan beberapa sungai di Jepang [12]. Dengan persamaan berikut ini:

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{ARe}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right) \tag{15}$$

- $T_p = t_g + 0,8 T_r$
- $T_g = 0,4 + 0,058 L$ untuk $L > 15$ km
- $T_g = 0,21 L^{0,7}$ untuk $L < 15$ km
- $T_{0,3} = \alpha t_g$
- $T_r = 0,5 t_g$ sampai t_g

Menentukan persamaan unit hidrograf Nakayasu :

- a. Kurva Naik (Q_a)
 $Q_a = Q_{maks} (t/T_p)^{2,4}$ (16)

- b. Kurva Turun 1 (Q_{d1})
 $Q_{d1} = Q_p * 0,3^{[(t-T_p)/T_{0,3}]}$ (17)

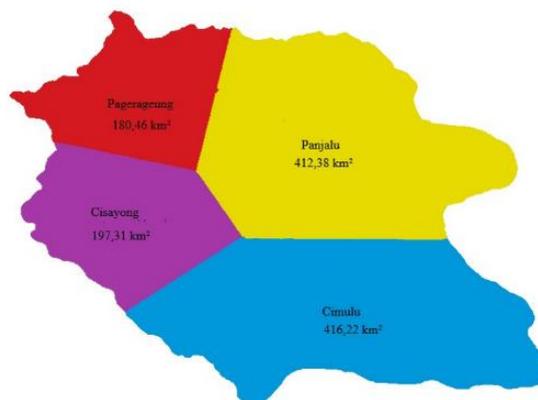
- c. Kurva Turun 2 (Q_{d2})
 $Q_{d2} = Q_p * 0,3^{[(t-T_p+0,5 T_{0,3})/(1,5 T_{0,3})]}$ (18)

- d. Kurva Turun 3 (Q_{d3})
 $Q_{d3} = Q_p * 0,3^{[(t-T_p+0,5 T_{0,3})/(1,5 T_{0,3})]}$ (19)

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Penentuan Curah Hujan Kawasan Rata-rata

Luas setiap stasiun dicari dengan cara membuat segitiga dari setiap titik pos curah hujan, lalu ditarik titik beratnya sehingga membuat luas dari setiap pos curah hujan [13]. Luas dari setiap pos curah hujan dapat dilihat



Gambar 1 : Peta Poligon Thiessen DAS Citanduy – Leuwikeris pada Gambar 1.

Dari Gambar 2 dapat diketahui luasan dari setiap pos curah hujan sebagai berikut:

- Pos curah hujan Pagerageung = 180,46 km²
- Pos curah hujan Panjalu = 412,38 km²
- Pos curah hujan Cisayong = 197,31 km²
- Pos curah hujan Cimulu = 416,22 km²

Hasil perhitungan hujan rata-rata dari tahun 2008-2014 terdapat pada Tabel 1. dan untuk hasil perhitungan hujan rata-rata dari tahun 2015-2021 terdapat pada Tabel 2.

Tabel 1 : Curah Hujan Rata-rata

TAHUN	BULAN												Rata-Rata
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEPT	OKT	NOV	DES	
2008	56	60	39	58	40	9	4	2	17	42	72	81	40
2009	54	70	67	62	64	31	27	3	6	38	38	36	41
2010	75	133	91	71	51	33	35	18	51	33	47	52	57
2011	40	47	56	59	64	24	10	1	2	77	94	39	43
2012	95	44	63	94	34	13	2	1	3	89	42	73	46
2013	56	57	66	81	52	110	139	6	19	57	42	82	64
2014	54	84	76	53	77	43	136	15	10	24	80	122	64

Tabel 2 : Curah Hujan Rata-rata

TAHUN	BULAN												Rata-Rata
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEPT	OKT	NOV	DES	
2015	69	87	113	54	96	83	14	26	20	22	85	63	61
2016	78	81	73	46	57	30	61	43	70	62	80	63	62
2017	68	100	56	70	75	34	83	6	68	72	68	66	64
2018	61	79	56	90	46	27	2	4	17	40	119	36	48
2019	85	90	66	94	56	11	9	1	0	1	58	67	45
2020	67	86	75	105	82	63	22	18	33	87	77	63	65
2021	89	68	89	49	69	53	27	45	54	60	70	70	62

B. Perhitungan Uji Chi Kuadrat untuk Log Person III

Uji Chi-Kuadrat dilakukan dengan membagi data pengamatan menjadi beberapa sub bagian pengamatan dengan interval peluang tertentu, sesuai dengan pengguna inginkan [14]. Untuk perhitungannya terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3 : Uji Chi Kuadrat

No	Nilai Batas Kelompok			Jumlah Data		(O _i - E _i)	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
				O _i	E _i		
1	0	<	1.616	1	1.40	-0.40	0.11
2	1.61585	-	1.659	2	1.40	0.60	0.26
3	1.65895	-	1.707	1	1.40	-0.40	0.11
4	1.70745	-	1.778	1	1.40	-0.40	0.11
5	1.77756	>		2	1.40	0.60	0.26
TOTAL				7	7	0	0.86

- DK = Derajat Kebebasan, DK = G - R - 1
- R = 2, untuk Distribusi Normal dan Binominal
- R = 1, untuk Distribusi Poisson
- G = Sub kelompok data
- Cteoritis = 0.86
- Ctabel 5% = 5.991 (peluang 5 %)
- Ctabel 1% = 9.210 (peluang 1 %)
- DK = 9.21
- Cteoritis < Ctabel 5% Distribusi Teoritis DAPAT Diterima / Digunakan
- Cteoritis < Ctabel 1% Distribusi Teoritis DAPAT Diterima / Digunakan

Selanjutnya dapat disimpulkan bahwa distribusi Log Pearson III bisa digunakan untuk perhitungan periode ulang.

C. Perhitungan Periode Ulang Distribusi Log Person III

Dalam analisis Frekuensi data hujan atau data debit guna memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, dikenal beberapa distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan, yaitu: Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Tipe III [15]. Untuk perhitungan periode ulang Distribusi Log Pearson III dari data curah hujan 2008-2014 terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4 : Distribusi Log Pearson III

No	Data Urut, X _n (mm)	Log X _n (mm)	Log X _n - Log X _m	(Log X _n - Log X _m) ²	(Log X _n - Log X _m) ³	(Log X _n - Log X _m) ⁴
1	39.93	1.60	-0.09659886	0.00933134	-0.00090140	0.00008707
2	41.47	1.62	-0.08019765	0.00643166	-0.00051580	0.00004137
3	42.54	1.63	-0.06904953	0.00476784	-0.00032922	0.00002273
4	46.12	1.66	-0.03396901	0.00115389	-0.00003920	0.00000133
5	57.40	1.76	0.06105736	0.00372800	0.00022762	0.00001390
6	63.91	1.81	0.10770332	0.01160001	0.00124936	0.00013456
7	64.41	1.81	0.11105438	0.01233307	0.00136964	0.00015210

Untuk periode ulang dari 2 tahun sampai 100 tahun dari data curah hujan 2008-2014 bisa dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 : Curah Hujan Pada Periode Ulang Tertentu Berdasarkan Metode Log Pearson III

Periode Ulang T (Tahun)	CURAH HUJAN MAX (mm)				Distribusi yang digunakan Log Person III
	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III	
2	50.83	50.83	49.18	49.36	49.36
5	59.87	60.57	60.16	59.53	59.53
10	64.61	66.40	67.42	66.10	66.10
20	68.49	71.58	74.39	71.29	71.29
50	72.91	77.98	83.42	79.81	79.81
100	75.92	82.68	90.18	85.46	85.46

Kemudian selanjutnya untuk perhitungan periode ulang Distribusi Log Person III dari data curah hujan 2015-2021 terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6 : Distribusi Log Pearson III

No	Data Urut, Xn(mm)	Log Xn (mm)	Log Xn - Log Xm	(Log Xn - Log Xm)^2	(Log Xn - Log Xm)^3	(Log Xn - Log Xm)^4
1	44.88	1.65	-0.10770311	0.01159996	-0.00124935	0.00013456
2	47.98	1.68	-0.07871439	0.00619596	-0.00048771	0.00003839
3	61.02	1.79	0.02573134	0.00066210	0.00001704	0.00000044
4	61.83	1.79	0.03145359	0.00098933	0.00003112	0.00000098
5	61.90	1.79	0.03195531	0.00102114	0.00003263	0.00000104
6	63.77	1.80	0.04486230	0.00201263	0.00009029	0.00000405
7	64.89	1.81	0.05241497	0.00274733	0.00014400	0.00000755

Untuk periode ulang dari 2 tahun sampai 100 tahun dari data curah hujan 2015-2021 bisa dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 : Curah Hujan Pada Periode Ulang Tertentu Berdasarkan Metode Log Pearson III

Periode Ulang T (Tahun)	CURAH HUJAN MAX (mm)				Distribusi yang digunakan Log Person III
	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III	
2	58.04	58.04	56.81	59.24	59.24
5	64.83	65.80	65.05	65.42	65.42
10	68.39	70.26	70.50	67.79	67.79
20	71.30	74.14	75.73	69.06	69.06
50	74.62	78.82	82.51	70.55	70.55
100	76.88	82.19	87.58	71.07	71.07

D. Analisis Intensitas Curah Hujan

Menentukan perbandingan curah hujan digunakan beberapa metode, dalam penelitian perbandingan curah hujan ini menggunakan metode yaitu Metode Talbot, Metode Sherman, dan Metode Ishiguro [16].

1. Formula Intensitas hujan dengan Metode Talbot

Hasil perhitungan untuk nilai intensitas curah hujan pada data tahun 2008-2021 dengan menggunakan metode Talbot dengan periode ulang 2 tahun dan durasi 15 menit bisa dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8 : Rekapitulasi Nilai Intensitas Hujan Metode Talbot Tahun 2008-2014

Periode Ulang (Tahun)	Metode Talbot						
	Durasi (menit)						
	15	30	60	90	120	180	240
2	29.31	22.52	15.40	11.70	9.43	6.80	5.31
5	35.35	27.17	18.57	14.11	11.38	8.20	6.41
10	39.25	30.17	20.62	15.67	12.63	9.10	7.12
20	42.33	32.53	22.24	16.90	13.62	9.82	7.67

50	47.50	36.62	25.12	19.11	15.43	11.13	8.71
100	50.74	39.00	26.66	20.25	16.33	11.77	9.20

Tabel 9 : Rekapitulasi Nilai Intensitas Hujan Metode Talbot Tahun 2015-2021

Metode Talbot							
Periode Ulang (Tahun)	Durasi (menit)						
	15	30	60	90	120	180	240
2	35.17	27.03	18.48	14.04	11.32	8.16	6.38
5	38.85	29.86	20.41	15.51	12.50	9.01	7.04
10	40.25	30.94	21.15	16.07	12.95	9.34	7.30
20	41.00	31.52	21.55	16.37	13.20	9.51	7.43
50	41.90	32.21	22.03	16.74	13.50	9.73	7.61
100	42.20	32.43	22.17	16.84	13.58	9.79	7.65

2. Formula Intensitas hujan dengan Metode Sherman

Hasil perhitungan untuk nilai intensitas curah hujan pada data tahun 2008-2021 dengan menggunakan metode Sherman dengan periode ulang 2 tahun dan durasi 15 menit bisa dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10 : Rekapitulasi Nilai Intensitas Hujan Metode Sherman Tahun 2008-2014

Metode Sherman							
Periode Ulang(Tahun)	Durasi (menit)						
	15	30	60	90	120	180	240
2	31.80	20.98	13.84	10.85	9.13	7.16	6.03
5	38.36	25.31	16.70	13.09	11.02	8.64	7.27
10	42.60	28.10	18.54	14.54	12.23	9.59	8.07
20	45.94	30.31	20.00	15.68	13.19	10.34	8.70
50	51.75	34.19	22.59	17.73	14.93	11.72	9.87
100	55.07	36.33	23.97	18.79	15.81	12.40	10.43

Tabel 11 : Rekapitulasi Nilai Intensitas Hujan Metode Sherman Tahun 2015-2021

Metode Sherman							
Periode Ulang(Tahun)	Durasi (menit)						
	15	30	60	90	120	180	240
2	38.17	25.18	16.61	13.03	10.96	8.59	7.23
5	42.16	27.81	18.35	14.39	12.11	9.49	7.99
10	43.68	28.82	19.01	14.91	12.55	9.84	8.28
20	44.50	29.36	19.37	15.19	12.78	10.02	8.43
50	45.49	30.02	19.81	15.53	13.07	10.25	8.62
100	45.80	30.21	19.93	15.63	13.15	10.31	8.68

3. Formula Intensitas hujan dengan Metode Ishiguro

Hasil perhitungan diatas dapat diketahui untuk nilai intensitas curah hujan pada data tahun 2008-2021 dengan menggunakan metode Ishiguro dengan periode ulang 2 tahun dan durasi 15 menit bisa dilihat pada Tabel 12 dan Tabel 13.

Tabel 12 : Rekapitulasi Nilai Intensitas Hujan Metode Ishiguro Tahun 2008-2014

Metode Ishiguro							
Periode Ulang (Tahun)	Durasi (menit)						
	15	30	60	90	120	180	240
2	15.65	12.95	10.14	8.61	7.61	6.35	5.56
5	18.87	15.62	12.23	10.38	9.18	7.66	6.71
10	20.96	17.34	13.58	11.53	10.19	8.51	7.45
20	22.60	18.70	14.64	12.43	10.99	9.17	8.03
50	25.51	21.15	16.59	14.10	12.48	10.42	9.13
100	27.09	22.42	17.55	14.90	13.18	11.00	9.63

Tabel 13 : Rekapitulasi Nilai Intensitas Hujan Metode Ishiguro Tahun 2015-2021

Periode Ulang (Tahun)	Metode Ishiguro						
	Durasi (menit)						
	15	30	60	90	120	180	240
2	18.78	15.54	12.17	10.33	9.13	7.62	6.68
5	20.74	17.16	13.44	11.41	10.09	8.42	7.37
10	21.49	17.78	13.92	11.82	10.45	8.72	7.64
20	21.89	18.11	14.18	12.04	10.65	8.89	7.78
50	22.39	18.53	14.51	12.32	10.90	9.09	7.96
100	22.53	18.64	14.60	12.39	10.96	9.14	8.01

E. Analisis Standar Deviasi

Pemeriksaan untuk mendapatkan metode yang paling cocok digunakan untuk menganalisis perbandingan curah hujan. Dari hasil perbandingan kecocokan metode intensitas hujan, maka akan mendapatkan nilai standar deviasi dari ketiga metode, untuk nilai standar deviasi dari data curah hujan tahun 2008-2014 bisa dilihat pada Tabel 14 dan untuk tahun 2015-2021 bisa dilihat pada Tabel 15.

Tabel 14 : Rekapitulasi Nilai Standar Deviasi dari ketiga Metode

T (tahun)	Nilai Standar Deviasi		
	Talbot	Sherman	Ishiguro
2	0.094	5.684	4.706
5	3.053	2.94	2.736
10	4.964	4.838	1.464
20	6.472	6.336	0.461
50	9.116	8.995	1.366
100	10.593	1.043	2.28
Rata-rata	5.715	4.973	2.169

Tabel 15 : Rekapitulasi Nilai Standar Deviasi dari ketiga Metode

T (tahun)	Nilai Standar Deviasi		
	Talbot	Sherman	Ishiguro
2	0.113	6.179	-5.648
5	1.912	1.787	4.45
10	2.601	2.471	3.992
20	2.969	2.837	3.747
50	3.417	3.287	3.44
100	3.553	3.417	-3.358
Rata-rata	2.4275	3.3296667	1.1038333

Dari hasil perhitungan dan analisis bahwa metode Ishiguro adalah metode yang paling cocok digunakan untuk menganalisis perbandingan curah hujan di DAS Citanduy hulu, karena dari hasil analisis beberapa metode, metode Ishiguro ini menghasilkan nilai standar deviasi yang paling kecil dari pada metode Talbot dan metode Sherman.

F. Menghitung Intesitas Hujan Rencana

Intensitas hujan merupakan ke dalam atau tinggi air hujan per satuan waktu (mm/jam) [17]. Jika data hujan jangka pendek tidak tersedia dan berupa data hujan harian, maka intensitasnya dapat dihitung dengan menggunakan metode Mononobe . Untuk perhitungan dengan data curah hujan 2008-2014 dapat dilihat pada Tabel 16 dan untuk data curah hujan 2015-2021 dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 16 : Analisa Kapasitas Saluran

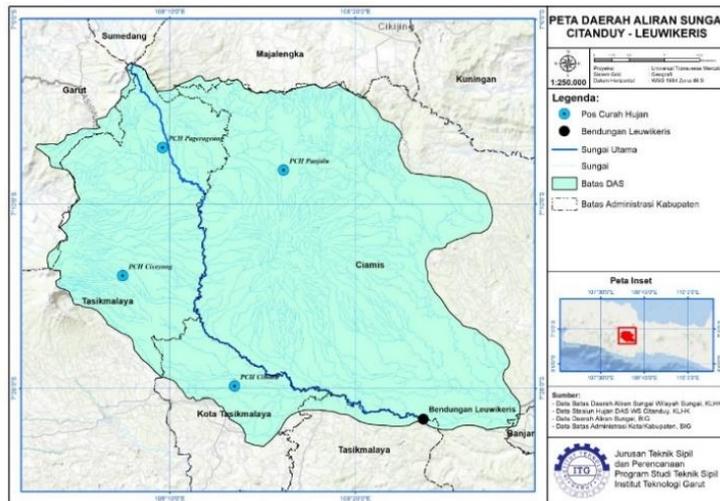
Jam	Distribusi (%)	Hujan jam-jaman (mm/jam)					
		R2Th	R5Th	R10Th	R20Th	R50Th	R100Th
1	55.03	16.30	19.66	21.83	23.54	26.35	28.22
2	14.30	4.24	5.11	5.67	6.12	6.85	7.33
3	10.03	2.97	3.58	3.98	4.29	4.80	5.14
4	7.99	2.37	2.85	3.17	3.42	3.82	4.10
5	6.75	2.00	2.41	2.68	2.89	3.23	3.46
6	5.90	1.75	2.11	2.34	0.90	2.82	3.02
Hujan harian (mm/hari)		49.36	59.53	66.10	71.29	79.81	85.46
Koef. Pengaliran		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

Tabel 17 : Perhitungan Intensitas Curah Hujan dan Hasil Perhitungan Hujan Netto

Jam	Distribusi (%)	Hujan jam-jaman (mm/jam)					
		R2Th	R5Th	R10Th	R20Th	R50Th	R100Th
1	55.03	19.56	21.60	22.38	22.80	23.29	23.47
2	14.30	5.08	5.61	5.82	5.93	6.05	6.10
3	10.03	3.57	3.94	4.08	4.16	4.25	4.28
4	7.99	2.84	3.14	3.25	3.31	3.38	3.41
5	6.75	2.40	2.65	2.74	2.80	2.86	2.88
6	5.90	2.10	2.31	2.40	0.96	2.50	2.51
Hujan harian (mm/hari)		59.24	65.42	67.79	69.06	70.55	71.07
Koef. Pengaliran		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

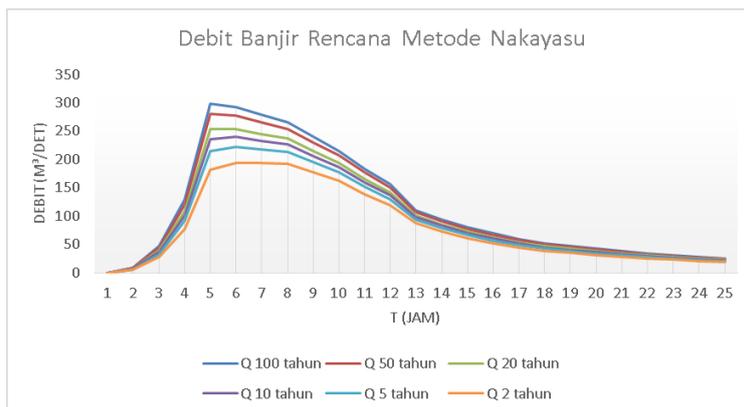
Pada tabel diatas, distribusi probabilitas yang dipilih untuk perhitungan intensitas curah hujan dengan metode mononobe yaitu distribusi probabilitas Log Pearson III.

G. Analisis Debit Banjir

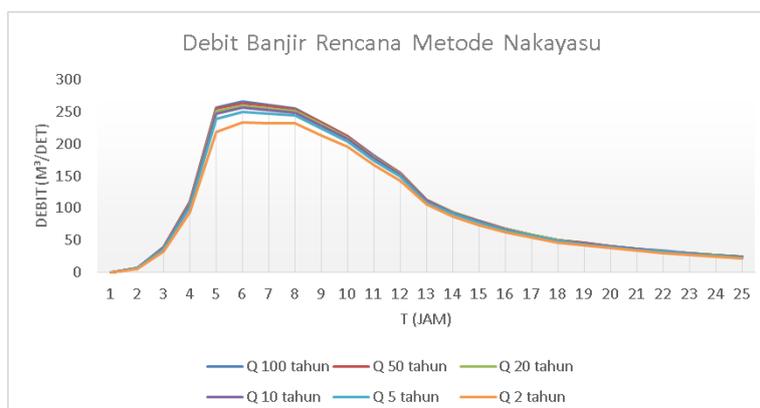


Gambar 2 : Panjang Sungai Citanduy Hulu Sampai Bendungan Leuwikeris

Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu dilakukan untuk memperoleh waktu puncak banjir. Berikut ini rekapitulasi untuk perhitungan metode Nakayasu:



Gambar 3: Grafik Debit Banjir Rencana Nakayasu tahun 2008-2014



Gambar 4: Grafik Debit Banjir Rencana Nakayasu tahun 2015-2021

Berdasarkan Grafik Debit Banjir Rencana Nakayasu diatas dapat disimpulkan bahwa nilai debit banjir pada tahun 2015-2021 lebih besar dari pada debit banjir pada tahun 2008-2014.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari perhitungan dan penelitian yang dilakukan di lapangan didapatkan kesimpulan yaitu hasil analisis standar deviasi, bahwa metode Ishiguro adalah metode yang paling cocok digunakan untuk menganalisis pengukuran data curah hujan jangka pendek di DAS Citanduy hulu sampai Bendungan Leuwikeris. Hasil analisis Intensitas curah hujan dari ketiga metode tersebut didapatkan hasil untuk metode Talbot dengan data curah hujan tahun 2008-2014 adalah sebesar 1761,3 mm/jam, untuk metode Sherman sebesar 1908,24 mm/jam, untuk metode Ishiguro sebesar 938,32 mm/jam, dan untuk metode Talbot dengan data curah hujan tahun 2015-2021 adalah sebesar 2110,32 mm/jam, untuk metode Sherman sebesar 2290,26 mm/jam, untuk metode Ishiguro sebesar 1126,74 mm/jam. Kemudian hasil analisis debit banjir dengan metode Nakayasu yaitu dapat mengetahui informasi limpasan air pada suatu sungai sehingga dapat diprediksi, kemudian dari hasil analisis perbandingan debit rata-rata dengan periode ulang 2 tahun dari tahun 2008-2014 didapatkan hasil debit banjir rencana sebesar 193,94 m³/detik dan debit rata-rata dari tahun 2015-2021 didapat debit banjir rencana sebesar 232,77 m³/detik. Maka dari hasil perhitungan perbandingan debit banjir rencana diatas bisa disimpulkan bahwa debit banjir pada tahun 2015-2021 lebih besar dari pada debit banjir pada tahun 2008-2014.

Untuk Penelitian yang serupa disarankan agar menggunakan data yang lebih lengkap untuk menunjang keakuratan perhitungan yang lebih efektif, dan disarankan untuk menggunakan metode lainnya diluar metode yang sudah digunakan apabila penelitian ingin dilanjutkan untuk menilai keseluruhan metode yang efektif untuk perhitungan debit banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. P. Himari, “Analisis Debit Banjir Rancangan Untuk Perencanaan Bendung Randangan,” Vol. 2, No. 1, Pp. 17–20.
- [2] R. Saepuloh, “Analisis Curah Hujan Dan Debit Banjir Di Das Cimanuk Hulu Wilayah Bayongbong Kabupaten Garut,” *J. Konstr.*, Vol. Vol 16 No, 2018.
- [3] A. N. Qais And S. Permana, “Analisis Debit Banjir Dan Penelusuran Banjir Di Bendungan Cipanas Kabupaten Sumedang,” *J. Konstr.*, Vol. 19, No. 1, Pp. 157–168, 2021, Doi: 10.33364/Konstruksi/V.19-1.901.
- [4] Juleha, “Analisa Metode Intensitas Hujan Pada Stasiun Hujan Rokan Iv Koto, Ujung Batu, Dan Tandun Mewakili Ketersediaan Air Disungai Rokan,” 2016.
- [5] Gusta Gunawan, “Analisis Data Hidrologi Sungai Air Bengkulu Menggunakan Metode Statistik,” 2017.
- [6] Utami Sylvia Lestari, “Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio),” 2016.
- [7] E. K. Ovilia, E. Primadianti, And D. Yatmadi, “Perhitungan Debit Banjir Sungai Cipinang Dan Sungai Sunter Pada Berbagai Periode Ulang,” Vol. 2, No. 3, 2020.
- [8] G. Gunawan *Et Al.*, “Analisis Debit Banjir Rancangan Sub Das Air Bengkulu Menggunakan Analisis Frekuensi Dan Metode Distribusi,” Vol. 17, No. 1, Pp. 1–9, 2020.
- [9] A. Sarminingsih, “Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan,” Vol. 15, No. 1, 2018.
- [10] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Semarang: Andi, 2004.
- [11] A. F. Tulandi *Et Al.*, “Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Kalawing Di Kelurahan Malendeng Kota Manado,” Vol. 7, No. 12, Pp. 1681–1688, 2019.
- [12] P. I. Novia Komala Sari, “Penerapan Metode Empiris Di Das Batang Lembang Untuk Perhitungan Debit Banjir Rancangan,” Vol. 2, No. 2, Pp. 52–60, 2021.
- [13] N. A. A. Halim Pranata, “Analisa Hujan-Debit Pada Daerah Aliran Sungai (Das) Kali Lamong Dengan Metode Hss Itb-I,” Vol. 9, No. 1, Pp. 31–38, 2021.
- [14] D. A. N. Debit *Et Al.*, “Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil,” Vol. 3, No. 2, 2022.
- [15] R. A. Akbar And A. Bhaskara, “Analisis Debit Banjir Rancangan Pada Daerah Aliran Sungai Parangjoho Dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (Hss) Nakayasu Dan Soil Conservation Service,” No. September, Pp. 54–61, 2020.
- [16] B. Triatmodjo, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta, 2016.
- [17] D. G. Uray Zielda, Umar, “Kajian Banjir Kawasan Persimpangan Parit Ampera, Parit M.Yamin Dan Parit Harapan Jaya,” Pp. 1–11, 2018.