

ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN PADA SUNGAI CISEEL DENGAN METODE *SHEN AND HUNG*

Ratih Herawati Parhan¹, Yanti Defiana², Wahyu Sumarno³

¹Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Galuh

Email: ratihherawati873@gmail.com

²Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Galuh

Email: yanti.defiana@gmail.com

³Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Galuh

Email: wahyu180587@gmail.com

ABSTRACT

The Ciseel watershed is a river that has flood problems which had submerged an area in Ciamis Regency and Banjar City, the purpose of this study was to analyze sediment transport in the Ciseel watershed using the shen and hung method in reducing the impact of flooding which was carried out from June to August in year 2023. The method used in this study is a survey method, namely by making direct observations to the location of the Ciseel river to obtain data as material for conducting sediment research analysis using the shen and hungs method. The results of the analysis of sediment transport in the Ciseel River using the Shen and Hungs method in the upstream section show that the load sediment transport is 55.58 tons/year, in the middle section it is 46.62 tons/year, then in the downstream section it is 5.84 tons/year.

Keywords : *Sediment Transport, River Basin, Rainfall*

I. PENDAHULUAN

Sungai Ciseel secara geografis menurut Pudjianto et al., (2015) berada pada koordinat 108°13'51"-108°43'15" BT dan 7°20'37"- 7°34'20" LS. Dengan luas DAS sekitar 78.337 Ha. Berdasarkan wilayah administrasi, Sungai Ciseel berada di Kabupaten Ciamis (66,9%), Kabupaten Tasikmalaya (21,95%), Kota Banjar (8,2%) dan Kota Tasikmalaya (2,94%). DAS Ciseel memiliki topografi yang cenderung berbukit dengan jenis tanah yang kurang subur, sehingga kecenderungan terjadinya erosi dan sedimentasi cukup tinggi.

Penggunaan lahan yang kurang teratur seperti pertanian yang tidak ramah lingkungan dan penggundulan hutan yang tidak terkendali juga turut memperparah kondisi tersebut.

Daerah aliran sungai Ciseel merupakan sungai yang memiliki permasalahan banjir yang sempat merendam salah satu wilayah di Kabupaten Ciamis dan Kota Banjar. Titik lokasi banjir terjadi tepatnya di Kecamatan Cidolog, Kecamatan Ciparay dan Kecamatan Pataruman dengan ketinggian permukaan air pada saat banjir ini mencapai 60 cm sampai 1 meter dan durasi banjir paling lama yaitu 48 jam apabila hujan tidak berhenti. Banjir yang terjadi pada wilayah Kecamatan Cidolog, Kecamatan Ciparay

dan Kecamatan Pataruman ini disebabkan oleh meluapnya aliran sungai dan tingginya intensitas curah hujan dari daerah hulu sungai, adanya limpasan, juga kondisi Sungai Ciseel yang semakin dangkal akibat sedimentasi dan meningkatnya laju aliran air sungai.

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti tertarik untuk menganalisis angkutan sedimen pada sungai Ciseel dengan metode *shen and hung* dalam mengurangi dampak banjir. Sehingga hasil penelitian ini dapat diimplementasikan secara luas dan memberikan manfaat bagi masyarakat dalam menangani faktor-faktor permasalahan pada titik lokasi banjir.

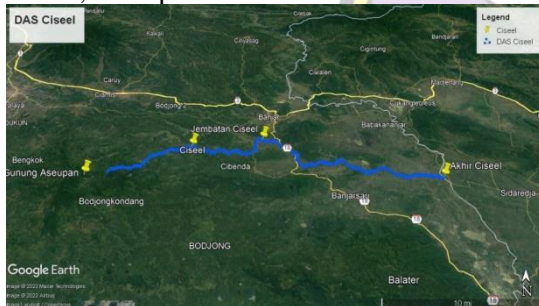
Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu mencakup Lokasi Penelitian dilakukan pada Sungai Ciseel, data curah hujan yang digunakan menggunakan 3 stasiun tangkapan hujan terdiri dari Cineam, Sidamulih, dan Janggala dengan pengambilan sampel sedimen dilakukan di 3 titik sungai Sungai Ciseel yakni hulu, tengah, dan hilir sungai.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui angkutan sedimen pada sungai ciseel dengan metode *shen and hung*. Manfaat dalam penelitian ini

diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya ketekniksipil dalam bidang sumber daya air, pengetahuan dan pemahaman tentang angkutan sedimen pada sungai ciseel menggunakan metode *shen and hung*. memberikan informasi yang berguna bagi para pengembang dan perencana pembangunan di daerah Sungai Ciseel dalam merencanakan infrastruktur dan penggunaan lahan yang tepat. pemahaman masyarakat tentang pentingnya menjaga kelestarian lingkungan hidup dan pentingnya kerjasama antara pemerintah, pengelola sumber daya alam, dan masyarakat dalam mengatasi masalah lingkungan hidup.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2023 sampai dengan Juni 2023. Lokasi penelitian adalah Sungai Ciseel, Kabupaten Ciamis.



Gambar 1. Peta Sungai Ciseel

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei yaitu dengan melakukan pengamatan langsung ke lokasi sungai Ciseel untuk mendapatkan data sebagai bahan untuk melakukan analisis penelitian. Ada dua jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini, yaitu :

2.1 Metode Literatur

Metode dengan mengumpulkan, mengidentifikasi, serta mengolah data tertulis yang diperoleh dan dapat digunakan sebagai input dalam proses analisa. Pengumpulan data dilakukan dengan cara analisis data dari jurnal, buku pedoman pelaksanaan analisis hubungan curah hujan, debit dan sedimen dan penelitian tugas akhir terdahulu yang terkait dengan kebutuhan penelitian.

2.2 Metode Observasi

Adapun metode penelitian ini adalah metode yang dilakukan dengan cara melakukan survei langsung ke lapangan. Metode survei yang dilakukan pada

penelitian ini adalah metode pencatatan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode survei atau observasi lapangan. Teknik pengumpulan data yaitu dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder.

1. Data primer

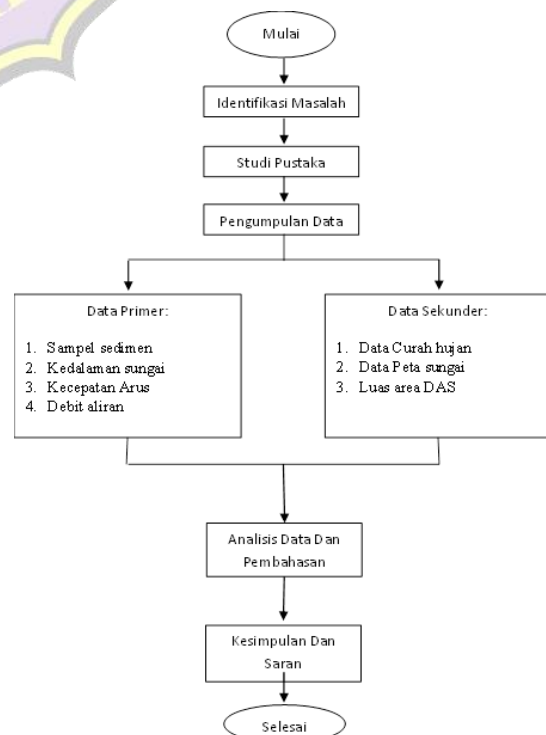
Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengamatan data penelitian langsung dari lapangan yang menjadi studi kasus.

- a. Sampel Sedimen
- b. Kedalaman Sungai
- c. Kecepatan Arus
- d. Debit Aliran.
- e. Lebar Sungai

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam studi ini di instansi yang terkait, diantaranya meliputi: Peta Pos Curah Hujan dan Pos Duga Air Wilayah Sungai Ciseel, Data Curah Hujan Maximum Pertahun, Data Debit Pertahun, Data Sedimen Pertahun.

Tahapan Penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Dalam penganalisisan data terkait penelitian guna untuk memperoleh hasil data yang mampu memenuhi

tujuan penelitian ini sebagian besar dapat diperoleh dari perhitungan.

Analisis data secara umum dibagi menjadi beberapa bagian berdasarkan jenis data yang digunakan dalam perhitungan dan kajian data, diantaranya:

1. Analisis hidrologi

- Data curah hujan dihitung dengan menggunakan metode *Aljabar* untuk mengetahui curah hujan rata-rata.
- Melakukan analisis data dengan menentukan rata-rata, nilai standar deviasi, koefisien variasi dan koefisien *skewness*. Nilai-nilai ini dibutuhkan untuk memprediksi metode distribusi hujan yang akan digunakan. Metode-metode tersebut terdiri dari metode Normal, Log Normal, *log person III*, dan *Gumbel*. Dalam penelitian ini pilih salah satu metode/distribusi yang sesuai dengan syarat pemilihan distribusi untuk selanjutnya diuji dengan Uji *Chi-Kuadrat* dan Uji *Smirnov Kolmogorov* untuk memeriksa sebaran data.

2. Analisis Debit Rencana

Dalam analisis debit rencana, setelah mendapatkan nilai diatas untuk mengetahui nilai debit harus dihitung terlebih dahulu berapa waktu konsentrasi (*tc*), intensitas hujan (*I*) dan koefisien aliran permukaan (*C*), sehingga nilai debit rencana dapat dihitung.

3. Pengambilan dan Pengujian Uji Laboratorium

Melakukan survei lapangan kemudian didokumentasikan, mengukur lebar sungai, elevasi sungai, kedalaman sungai, kemiringan saluran, kecepatan air dan mengambil sampel sedimen di tiga titik lokasi yang diamati di hulu, tengah, dan hilir sungai Ciseel. Pengambilan sampel sedimen dasar, dikumpulkan dengan cara menurunkan alat pengumpulan sedimen ke dasar sungai dalam selang waktu tertentu. Kemudian terhadap selanjutnya pengujian sampel sedimen, sampel yang sudah diambil dari lokasi penelitian akan di periksa di laboratorium yang bertujuan untuk mendapatkan data hasil butiran sedimen dan berat jenis sedimen.

4. Analisis Sedimen

Untuk menghitung angkutan sedimentasi harus dihitung terlebih dahulu perhitung berat jenis sedimen, diameter sedimen, dan konsentrasi sedimen, kemudian angkutan sedimen dihitung menggunakan metode *Shen and Hun*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Hidrologi

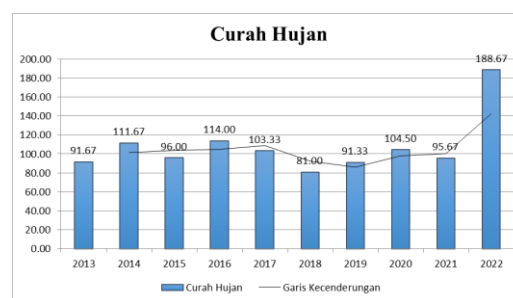
Analisis Hidrologi diperlukan untuk menentukan besarnya debit banjir pada suatu perencanaan bangunan air. Dari analisis hidrologi didapat debit pemodelan maksimal yang digunakan untuk mengevaluasi kapasitas sungai Ciseel.

3.1.1 Curah Hujan Kawasan

Dalam perhitungan curah hujan kawasan, ada tiga stasiun curah hujan yang digunakan untuk menentukan curah hujan harian maksimum yaitu stasiun curah hujan Cineam, stasiun curah hujan Sidamulih, dan stasiun curah hujan Janggala. Setelah didapat data curah hujan harian maksimum dalam setiap tahunnya, maka dilakukan perhitungan analisis curah hujan harian maksimum yaitu dengan menggunakan metode rata-rata aljabar.

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maximum

No	Tahun	Stasiun			
		CHMax Stasiun Cineam	CHMax Stasiun Sidamulih	CHMax Janggala	CHMax Rata-Rata
1	2013	89.00	100	86	91.67
2	2014	135.00	100	100	111.67
3	2015	128.00	78	82	96.00
4	2016	124.00	130	88	114.00
5	2017	101.00	117	92	103.33
6	2018	84.00	108	51	81.00
7	2019	108.00	85	81	91.33
8	2020	116.50	120	77	104.50
9	2021	97.50	97.5	92	95.67
10	2022	149.00	285	132	188.67



Gambar 3. Grafik Curah Hujan Tahunan

3.1.2 Analisis Frekuensi

Dalam perhitungan analisis frekuensi distribusi yang digunakan untuk menentukan besarnya curah hujan rencana adalah distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III dan Gumbel. Yang disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2. Perhitungan Statistik Curah Hujan Maksimum

N o	Tahun	CH Max	$x - \bar{x}$	$x - \bar{x}^2$	$x - \bar{x}^3$	$x - \bar{x}^4$
1	2013	91.67	-	259.75	-4186.25	67468.48
2	2014	111.67	16.12	15.08	58.56	227.41
3	2015	96.00	3.88	138.85	-1636.08	19278.47
4	2016	114.00	11.78	38.65	240.26	1493.59
5	2017	103.33	6.22	19.80	-88.12	392.14
6	2018	81.00	-4.45	717.35	-19212.94	514586.64
7	2019	91.33	26.78	270.60	-4451.41	73225.71
8	2020	104.50	16.45	10.78	-35.40	116.21
9	2021	95.67	-3.28	146.81	-1778.89	21554.24
10	2022	188.67	12.12	6542.1	529147.9	42799250.5
			80.88	1	6	0
Jumlah		1077.83	0.00	8159.7	498057.6	43497593.3
				8	8	9
Rata-rata		107.78	0.00	815.98	49805.77	4349759.34

a. Distribusi Normal

Hasil perhitungan analisis frekuensi dengan distribusi normal dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Hujan Rencana dengan Distribusi Normal

Periode Ulang	\bar{X}	S	KT	XT
2	107.78	30.111	0	107.78
5	107.78	30.111	0.84	133.08
10	107.78	30.111	1.28	146.32
20	107.78	30.111	1.64	157.16
25	107.78	30.111	0.25	115.31
50	107.78	30.111	2.05	169.51
100	107.78	30.111	2.33	177.94

Rumus yang digunakan dalam distribusi normal adalah persamaan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S$$

Nilai rata-rata dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum x_i = \frac{1077,83}{10} = 107,783$$

Standar deviasi dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{10-1} \sum_{i=1}^n (8159,78)} = \sqrt{906,64} = 30,11$$

Nilai koefisien kemencengan (*skewness*) dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$(Cs) = \frac{10(498057,68)}{(10-1)(10-2)(30,11)^3} = 2,534$$

Koefisien kurtosis dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$(Ck) = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10} \sum_{i=1}^n (43497593,39)}{(30,11)^4} = 5,292$$

Koefisien variasi dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Koefisien Variasi (Cv) = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{30,11}{107,78} = 0,279$$

b. Distribusi Log Normal

Analisis frekuensi distribusi Log Normal dengan perhitungan ditunjukkan pada Tabel 4 sebagai berikut berikut:

Tabel 4. Perhitungan Curah Hujan dengan Distribusi Log Normal

N o	Tahun	X	Log X	$x - \bar{x}$	$x - \bar{x}^2$	$x - \bar{x}^3$	$x - \bar{x}^4$
1	2013	91.67	1.962	-	0.003	-	0.000011
2	2014	111.67	2.048	0.059	4	0.0002	0.000005
3	2015	96.00	1.982	-	0.001	-	0.000002
4	2016	114.00	2.057	0.039	0.0006	0.00006	0.000001
5	2017	103.33	2.014	0.036	0.001	0.00005	0.000001
6	2018	81.00	1.908	-	0.004	0.00000	0.000000
7	2019	91.33	1.961	0.007	0	0	0
8	2020	104.50	2.019	-	0.012	-	0.000159
9	2021	95.67	1.981	0.112	6	0.0014	0.000013
10	2022	188.67	2.276	0.060	6	0.0002	0.00000
Jumlah		1077.8	20.20	0.002	0	0.0000	0.00000
				-	0.001	-0.006	0.000002
				0.040	6	0.0165	0.00421
				0.255	0	0	0
Jumlah		1077.8	20.20	0.000	0.089	0.0146	0.00441
Rata-rata		107.78	2.021	0.000	0.009	0.001	0.000
				3	8	8	3

Tabel 5. Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Normal

Periode Ulang (Tahun)	$\log \bar{X}$	KT	S	$\log x_t$	XT
2	2.033	0	0.10	2.033	107.78
5	2.033	0.84	0.10	2.116	130.76
10	2.033	1.28	0.10	2.160	144.68
20	2.033	1.64	0.10	2.196	157.17
25	2.033	0.25	0.10	2.058	114.16
50	2.033	2.05	0.10	2.237	172.72
100	2.033	2.33	0.10	2.265	184.21

Rumus yang digunakan dalam distribusi Log Normal adalah persamaan sebagai berikut :

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \cdot S$$

Nilai rata-rata dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Rata - rata (\bar{X}) = \frac{1}{n} \log X = \frac{20,208}{10} = 2,020$$

Standar deviasi dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{1}{10-1} (0,08981)} = \sqrt{0,0099} = 0,099$$

Nilai koefisien kemencengan (*skewness*) dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$(Cs) = \frac{10(0,01466)}{(10-1)(10-2)(0,10)} = 2,041$$

Koefisien kurtosis dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$(Ck) = \frac{\frac{1}{10} \sum_{i=1}^n (0,00441)}{(0,10)^4} = 4,41$$

Koefisien variasi dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$(Cv) = \frac{s}{x} = \frac{0,10}{2,033} = 0,049$$

c. Distribusi Log Pearson III

Analisis frekuensi distribusi Log Pearson III dengan perhitungan ditunjukkan pada Tabel 6 sebagai berikut berikut:

Tabel 6. Perhitungan Curah Hujan dengan Distribusi Log Pearson III

N o	Tahu n	X	Log X	$x - \bar{x}$	$x - \bar{x}^2$	$x - \bar{x}^3$	$x - \bar{x}^4$
1	2013	91.67	1.962	-	0.0034	-0.0002	0.000011
				0.059			8
2	2014	111.67	2.048	0.027	0.0007	0.0000	0.000000
						2	5
3	2015	96.00	1.982	-	0.001	-	0.000002
				0.039		0.0000	2
						6	
4	2016	114.00	2.057	0.036	0.001	0.0000	0.000001
						5	7
5	2017	103.33	2.014	-	0.0000	0.0000	0.000000
				0.007	4	0	
6	2018	81.00	1.908	-	0.0126	-	0.000159
				0.112		0.0014	3
						2	
7	2019	91.33	1.961	-	0.0036	-	0.000013
				0.060		0.0002	1
						2	
8	2020	104.50	2.019	-	0.0000	0.0000	0.000000
				0.002	0	0	
9	2021	95.67	1.981	-	0.0016	-	0.000002
				0.040		0.0000	6
						6	
10	2022	188.67	2.276	0.255	0.0650	0.0165	0.004219
						7	
Jumlah		1077.8	20.20	0.000	0.0898	0.0146	0.00441
		3	8	1	6		
Rata-rata		107.78	2.021	0.000	0.009	0.001	0.000
		3					

Tabel 7. Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Pearson III

Periode	$\log \bar{X}$	KT	S	Cs	Y	XT
2	2.033	-0.099	0.100	2.05	2.0125	102.913
5	2.033	0.800	0.100	2.05	2.1948	156.609
10	2.033	1.328	0.100	2.05	2.3019	200.406
20	2.033	1.640	0.100	2.05	2.3652	231.843
25	2.033	1.939	0.100	2.05	2.4258	266.588
50	2.033	2.359	0.100	2.05	2.5110	324.361
100	2.033	2.755	0.100	2.05	2.5914	390.257

Nilai K diambil dari tabel 2.2

Rumus yang digunakan dalam distribusi Log Pearson III adalah persamaan sebagai berikut :

$$\log X_T = \log \bar{X} + K_T \cdot S$$

Nilai rata-rata dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$(\bar{X}) = \frac{1}{n} \log X = \frac{20,208}{10} = 2,020$$

Koefisien kemencengan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$CS = \frac{10 (0,01466)}{(10-1)(10-2)(0,010)} = 2036,1$$

Koefisien kurtosis dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$(Ck) = \frac{\frac{1}{10} \sum_{i=1}^n (0,00441)}{(0,010)^4} = 44100$$

Koefisien variasi dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$(Cv) = \frac{s}{x} = \frac{0,010}{2,033} = 0,004$$

d. Distribusi Gumbel

Hasil perhitungan analisis frekuensi dengan distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 8. sebagai berikut:

Tabel 8. Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel

Periode Ulang	\bar{X}	Yt	Yn	Sn	S	XT
2	107.78	0.3668	0.5035	0.9833	30.111	103.597
5	107.78	1.5004	0.5128	1.0206	30.111	136.920
10	107.78	2.2510	0.4952	0.9496	30.111	163.457
20	107.78	2.9709	0.5236	1.0628	30.111	177.119
25	107.78	3.1993	0.5309	1.0915	30.111	181.395
50	107.78	3.9028	0.5485	1.1607	30.111	194.799
100	107.78	4.6012	0.5600	1.2065	30.111	208.639

Rumus yang digunakan dalam distribusi Gumbel adalah persamaan sebagai berikut :

$$XT = \bar{X} + \frac{Yt - Yn}{Sn} \cdot S$$

Nilai rata-rata dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum x_i = \frac{1077,83}{10} = 107,783$$

Faktor frekuensi dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$KT = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

Dari $n = 10$ didapat setelah diinterpolasi didapat $Y_n = 0,5309$ $S_n = 1,0915$

Nilai koefisien kemencengan (*skewness*) dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$(Cs) = \frac{10(498057,68)}{(10-1)(10-2)(30,111)^3} = 2,533$$

Koefisien kurtosis dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$(Ck) = \frac{\frac{1}{10} \sum_{i=1}^n (43497593,39)}{(30,111)^4} = 5,291$$

Koefisien variasi dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$(Cv) = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{30,111}{107,78} = 0,279$$

e. Rekapitulasi Curah Hujan Rencana

Tabel 9. Rekapitulasi Curah Hujan Rencana

Periode Ulang	Metode			
	Dist. Normal	Dist. Log Normal	Dist. Log Pearson III	Dist. Gumbel
2	107.783	107.78	102.913	103.597
5	133.076	130.76	156.609	136.920
10	146.325	144.68	200.406	163.457
20	157.165	157.17	231.843	177.119
25	115.311	114.16	266.588	181.395
50	169.510	172.72	324.361	194.799
100	177.941	184.21	390.257	208.639

Persyaratan Pemilihan Distribusi

Persyaratan pemilihan distribusi yang memenuhi adalah Log Pearson III, sehingga untuk perhitungan uji Chi Kuadrat dan uji smirnov kolmogorov hanya pada distribusi tersebut.

3.1.3 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Berdasarkan tabel 10 distribusi yang memenuhi adalah distribusi Log Pearson III, sehingga untuk perhitungan uji Chi Kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorov hanya dilakukan pada kedua distribusi tersebut.

1. Uji Chi Kuadrat

Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter x dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Banyak Data (n)

$$n = 10$$

b. Banyak Kelas (K)

$$\begin{aligned} K &= 1 + 3,322 \log n \\ &= 1 + 3,322 \log (10) \\ &= 4,322 \approx 5 \end{aligned}$$

c. Derajat Kebebasan (Dk)

$$\begin{aligned} Dk &= K - (p + 1) \\ &= 5 - \left(\frac{10}{5} + 1\right) \\ &= 2 \end{aligned}$$

d. Frekuensi yang diharapkan $E_f = \frac{n}{k}$

$$E_f = \frac{n}{k} = \frac{10}{5} = 2$$

Of = Jumlah nilai x (Data Hujan) di antara interval

Selisih interval :

$$\begin{aligned} \Delta x &= \frac{X_{max} - X_{min}}{k - 1} \\ \Delta x &= \frac{188,67 - 81,00}{5 - 1} \\ &= \frac{107,67}{4} \\ &= 81,00 - (0,5 * 26) \\ &= 68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta x \text{ Akhir} &= X_{max} + \frac{1}{2} \cdot \Delta x \\ &= 188,67 + (0,5 * 26) \\ &= 175,67 \end{aligned}$$

Tabel 10. Perhitungan Parameter Chi-Kuadrat

No.	Probabilitas		Jumlah Data		(OF-EF) ²	(OF-EF) ² /EF	
			OF	EF			
1	68.00	<χ<	94.92	3	2	1	0.50
2	94.92	<χ<	121.83	6	2	16	8.00
3	121.83	<χ<	148.75	0	2	4	2.00
4	148.75	<χ<	175.67	0	2	4	2.00
5	χ>		175.67	1	2	1	0.50
JUMLAH				10	10	χ ²	13.00

2. Smirnov Kolmogorov

Uji kecocokan ini sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Suripin, 2004). Perhitungan uji distribusi Smirnov-Kolmogorov ditunjukkan pada Tabel 12 berikut:

Tabel 11. Perhitungan Uji Kolmogorov

Tahun	CH	m	P (Xi)	P (Xi<)	P'(Xi)	P'(Xi<)	ΔP
2018	81.00	1	0.091	0.909	0.11	0.89	0.02
2019	91.33	2	0.182	0.818	0.22	0.78	0.04
2013	91.67	3	0.273	0.727	0.33	0.67	0.06
2021	95.67	4	0.364	0.636	0.44	0.56	0.08
2015	96.00	5	0.455	0.545	0.56	0.44	0.10

2017	103.33	6	0.545	0.455	0.67	0.33	0.12
2020	104.50	7	0.636	0.364	0.78	0.22	0.14
2014	111.67	8	0.727	0.273	0.89	0.11	0.16
2016	114.00	9	0.818	0.182	1.00	0.00	0.18
2022	188.67	10	0.909	0.091	1.11	-0.11	0.20

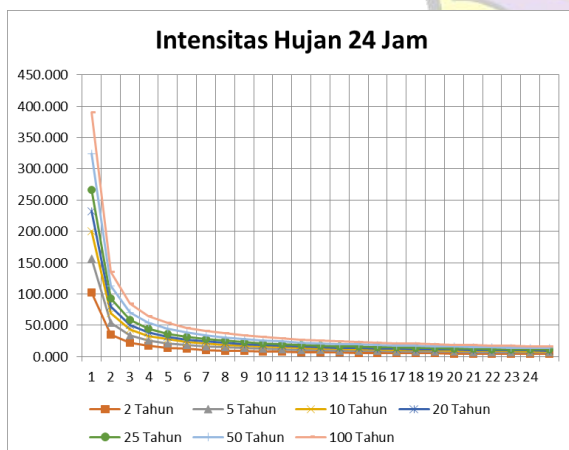
3. Analisis Intensitas Hujan

Rumus menghitung intensitas curah hujan (I) menggunakan hasil analisa distribusi frekuensi yang sudah dirata-rata, sebagai berikut :

Tabel 12. Analisa Intensitas Hujan

Durasi (Jam)	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
1	102.9	156.6	200.4	231.8	266.6	324.4	390.3
2	35.7	54.3	69.5	80.4	92.4	112.4	135.3
3	22.5	34.2	43.8	50.6	58.2	70.8	85.2
4	17.2	26.1	33.4	38.6	44.4	54.1	65.0
5	14.2	21.5	27.6	31.9	36.7	44.6	53.7
6	12.2	18.6	23.8	27.5	31.6	38.5	46.3
7	10.8	16.4	21.0	24.3	28.0	34.1	41.0
8	9.7	14.8	19.0	22.0	25.3	30.7	37.0
9	8.9	13.6	17.4	20.1	23.1	28.1	33.8
10	8.2	12.5	16.1	18.6	21.4	26.0	31.3
11	7.7	11.7	15.0	17.3	19.9	24.2	29.1
12	7.2	11.0	14.0	16.3	18.7	22.7	27.4
13	6.8	10.4	13.3	15.3	17.6	21.5	25.8
14	6.5	9.8	12.6	14.5	16.7	20.3	24.5
15	6.1	9.3	12.0	13.8	15.9	19.4	23.3
16	5.9	8.9	11.4	13.2	15.2	18.5	22.2
17	5.6	8.6	10.9	12.7	14.6	17.7	21.3
18	5.4	8.2	10.5	12.2	14.0	17.0	20.5
19	5.2	7.9	10.1	11.7	13.5	16.4	19.7
20	5.0	7.6	9.8	11.3	13.0	15.8	19.0
21	4.8	7.4	9.4	10.9	12.5	15.3	18.4
22	4.7	7.1	9.1	10.6	12.1	14.8	17.8
23	4.5	6.9	8.8	10.2	11.8	14.3	17.2
24	4.4	6.7	8.6	9.9	11.4	13.9	16.7
25	4.3	6.5	8.4	9.7	11.1	13.5	16.3

Dari tabel diatas didapatkan grafik intensitas hujan sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik Intensitas Hujan

4. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi (Tc) dihitung menggunakan persamaan dengan kemiringan lereng sebagai berikut:

di mana :

Tc = Waktu konsentrasi (menit)

L = Panjang sungai/ lereng (m)

S = Kemiringan lereng (%)

$$\text{Kemiringan saluran (S)} = \frac{H}{L} = \frac{663 \text{ m}}{87,561 \text{ m}} = 0,0757$$

$$T_c = 0,0195 L^{0,77} S^{-0,385}$$

$$= 0,0195 \cdot 87,561^{0,77} \cdot 0,0757^{-0,385}$$

$$= 336 \text{ menit}$$

$$= 5 \text{ jam}$$

Intensitas hujan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

$$= \frac{181,395 \text{ mm}}{24} \left(\frac{24}{5 \text{ jam}} \right)^{2/3}$$

$$= 7,558 \text{ mm} \cdot (4.8/\text{jam})^{2/3}$$

$$= 7,558 \text{ mm} \cdot 2.84/\text{jam}$$

$$= 21,46 \text{ mm/jam}$$

$$= 0,021 \text{ m/detik}$$

5. Analisis Debit Rencana Metode Rasional

Debit rencana dihitung menggunakan distribusi Log Person III dengan periode ulang hujan (PUH) 25 tahun dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

- Nilai koefisien limpasan (C) didapat dari tabel 2.9 yaitu 0,75 karena keadaan daerah pengalirannya berupa sungai dengan tanah dan hutan dibagian atas dan bawahnya.

- Luas Sungai Ciseel 78.337 Ha = 783370000 m²

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$= 0,278 \times 0,75 \times 0,021 \times 78.337$$

$$= 0,34 \text{ m}^3/\text{detik}.$$

3.2 Analisis Kecepatan Aliran

Analisis kecepatan aliran sungai dengan menggunakan current meter digunakan untuk mengukur kecepatan aliran sungai secara langsung di lapangan. Berikut adalah hasil pengukuran kecepatan aliran sungai Ciseel :

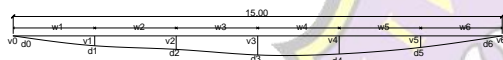
Tabel 14. Kecepatan Aliran Sungai

Titik	Lebar Sungai (m)	Jarak Antar Pias	Kedalaman (m)	Kecepatan Rata-rata (V/s)
			Hulu	
0	15	2.5	0.00	0.00
1			0.30	1.30
2			0.41	1.57
3			0.58	1.18
4			0.55	1.83
5			0.35	1.60

6			0.00	0.00
		Tengah		
0	22.6	3.7	0.00	0.00
1			0.18	1.20
2			0.22	1.18
3			0.14	1.08
4			0.16	1.43
5			0.21	0.72
6			0.00	0.00
		Hilir		
0	28	4.6	0.00	0.00
1			0.21	1.38
2			0.24	0.97
3			0.33	0.80
4			0.23	0.97
5			0.16	0.88
6			0.00	0.00

3.3 Perhitungan Debit

1. Hulu



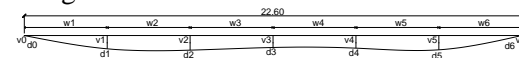
Lebar sungai = 15 m

Lebar per- pias = $\frac{15}{6} = 2.5$ m

Debit melalui pias :

$$\begin{aligned}
 q_{0-1} &= 0,24 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{1-2} &= 1,27 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{2-3} &= 1,70 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{3-4} &= 2,13 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{4-5} &= 1,93 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{5-6} &= 0,35 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{total} &= 0,24 + 1,27 + 1,70 + 2,13 + 1,93 + 0,35 = 7,62 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

2. Tengah



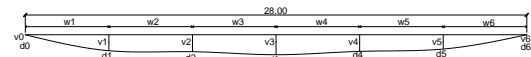
Lebar sungai = 22,6 m

Lebar per- pias = $\frac{22,6}{6} = 3,7$ m

Debit melalui pias :

$$\begin{aligned}
 q_{0-1} &= 0,199 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{1-2} &= 0,88 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{2-3} &= 0,75 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{3-4} &= 0,42 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{4-5} &= 0,39 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{5-6} &= 0,35 \times 0,38 = 0,14 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{total} &= 0,19 + 0,88 + 0,75 + 0,42 + 0,39 + 0,14 = 2,77 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

3. Hilir



Lebar sungai = 28 m

Lebar per- pias = $\frac{28}{6} = 4,6$ m

Debit melalui pias :

$$\begin{aligned}
 q_{0-1} &= 0,33 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{1-2} &= 1,21 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{2-3} &= 1,15 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{3-4} &= 1,13 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{4-5} &= 0,83 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{5-6} &= 0,16 \text{ m}^3/\text{s} \\
 q_{total} &= 0,33 + 1,21 + 1,15 + 1,13 + 0,83 + 0,16 = 4,81 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

3.4 Perhitungan Sedimen

Perhitungan sedimentasi membutuhkan kecepatan jatuh sedimen, konsentrasi sedimen total, berat debit air dan muatan total sedimen. Masing-masing dapat dihitung sebagai berikut :

3.4.1 Titik I

Adapun data-data yang diketahui dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 15. Hasil Penelitian Titik I (Hulu)

N	Data	Keterangan
1	Lebar sungai (W)	15 m Pengukuran di lapangan
4	Kedalaman air (D)	0.313 m Pengukuran di lapangan
5	Kemiringan sungai (S)	0.0757 Perhitungan
6	Diameter sedimen 50 % material dasar (d/d_{50})	0,00142 Uji laboratorium
7	Percepatan gravitasi (g)	9,81 m/s ² Ketentuan
8	Massa jenis sedimen (γ_s)	1.207 Uji laboratorium
9	Massa jenis air (γ)	1000 kg/m ³ Ketentuan
1	Kecepatan rata - rata (V)	1.069 m/s Perhitungan
0		m/s
1	Nilai viskositas kinematik (ν)	0,802 x 10 ⁻⁶ Tabel 2.12

1. Menghitung kecepatan jatuh W

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{1}{18} \frac{\gamma_s - \gamma}{\nu} d^2 \\
 &= \frac{1}{18} \frac{1207 - 1000}{1000} \frac{0,00142^2}{0,802 \cdot 10^{-6}} \\
 W &= 0,283 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

2. Menghitung konsentrasi sedimen total

$$L Ct = -107404,459 + 324214,747 \cdot y - 326309,589 \cdot y^2 + 109503,872 \cdot y^3$$

$$\text{Dimana } y = \left[\frac{1,069^{0,57}}{0,283^{0,32}} \right]^{0,0075} = 1,393$$

$$L Ct = -107404,459 + 324214,747 \cdot (1,393) - 326309,589 \cdot (1,393^2) + 109503,872 \cdot (1,393^3)$$

$$L Ct = 7033,51$$

$$Ct = 3,847$$

3. Menghitung berat debit air

$$Gw = Y \cdot W \cdot D \cdot V$$

$$= 1000 \cdot 15,0 \cdot 313,1 \cdot 0,069 = 5018,955 \text{ k/d}$$

4. Menghitung muatan sedimen

$$Qs = Ct \cdot Gw = \left(\frac{3,847}{1000000} \right) 5018,955$$

$$= 0,019 = 0,019 \cdot \left(\frac{8}{1} \right) = 0,152$$

$$= 0,019 \cdot 365 = 55,48 \text{ ton/tahun}$$

3.4.2 Titik II

Adapun data-data yang diketahui dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 16. Hasil Penelitian Titik II (Tengah)

N	Data	Keterangan
1	Lebar sungai (W)	22.6 m
4	Kedalaman air (D)	0.182 m
5	Kemiringan sungai (S)	0.075
6	Diameter sedimen 50 % material dasar (d/d ₅₀)	0.95 mm
7	Percepatan gravitasi (g)	9.81 m/s ²
8	Massa jenis sedimen (γ _s)	1.143
9	Massa jenis air (γ)	1000 kg/m ³
10	Kecepatan rata - rata (V)	0.660 m/s
11	Nilai viskositas kinematik (ν)	0.802 x 10 ⁻⁶

1. Menghitung kecepatan jatuh W

$$W = \frac{1}{18} \frac{Y_s - Y}{Y} g \frac{d^2}{\nu}$$

$$= \frac{1}{18} \frac{1143 - 1000}{1000} 9,81 \frac{0,00095}{0,802 \cdot 10^{-6}}$$

$$W = 0,088 \text{ m/s}$$

2. Menghitung konsentrasi sedimen total

$$L Ct = -107404,459 + 324214,747 \cdot y - 326309,589 \cdot y^2 + 109503,872 \cdot y^3$$

$$\text{Dimana } y = \left[\frac{0,660^{0,57}}{0,088^{0,32}} \right]^{0,0075} = 1,004$$

$$L Ct = -107404,459 + 324214,747 \cdot (1,004) - 326309,589 \cdot (1,004^2) + 109503,872 \cdot (1,004^3)$$

$$L Ct = 657885,61$$

$$Ct = 5,818$$

3. Menghitung berat debit air

$$Gw = Y \cdot W \cdot D \cdot V$$

$$= 1000 \cdot 22,6 \cdot 0,182 \cdot 0,0660 = 2714,712 \text{ k/d}$$

4. Menghitung muatan sedimen

$$Qs = Ct \cdot Gw = \left(\frac{5,818}{1000000} \right) 2714,712$$

$$= 0,157 = 0,157 \cdot \left(\frac{8}{1} \right) = 0,125$$

$$= 0,125 \times 365 = 45,62 \text{ ton/tahun}$$

3.4.3 Titik III

Adapun data-data yang diketahui dapat dilihat pada tabel 17 sebagai berikut :

Tabel 17. Hasil Penelitian Titik III (Hilir)

N	Data	Keterangan
1	Lebar sungai (W)	28 m
4	Kedalaman air (D)	0.234 m
5	Kemiringan sungai (S)	0.0757
6	Diameter sedimen 50 % material dasar (d/d ₅₀)	0.71 mm
7	Percepatan gravitasi (g)	9.81 m/s ²
8	Massa jenis sedimen (γ _s)	1.0283
9	Massa jenis air (γ)	1000 kg/m ³
10	Kecepatan rata - rata (V)	0.714 m/s
11	Nilai viskositas kinematik (ν)	0.802 x 10 ⁻⁶

1. Menghitung kecepatan jatuh W

$$W = \frac{1}{18} \frac{1028 - 1000}{1000} 9,81 \frac{0,00071}{1,027 \cdot 10^{-6}}$$

$$W = 0,017 \text{ m/s}$$

2. Menghitung konsentrasi sedimen total

$$L Ct = -107404,459 + 324214,747 \cdot y - 326309,589 \cdot y^2 + 109503,872 \cdot y^3$$

$$\text{Dimana } y = \left[\frac{0,714^{0,57}}{0,017^{0,32}} \right]^{0,0075} = 0,998$$

$$L Ct = -107404,459 + 324214,747 \cdot (0,998) - 326309,589 \cdot (0,998^2) + 109503,872 \cdot (0,998^3)$$

$$L Ct = 4,364$$

$$Ct = 0,639$$

3. Menghitung berat debit air

$$Gw = Y \cdot W \cdot D \cdot V$$

$$= 1000 \cdot 28,0 \cdot 0,234 \cdot 0,714 = 4768,128 \text{ k/d}$$

4. Menghitung muatan sedimen

$$Qs = Ct \cdot Gw = \left(\frac{0,639}{1000000} \right) 4768,128$$

$$= 0,002 = 0,002 \cdot \left(\frac{8}{1} \right) = 0,016$$

$$= 0,016 \cdot 365 = 5,84 \text{ ton/tahun}$$

3.5 Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis angkutan sedimen pada sungai ciseel dengan menggunakan metode *Shen and Hungs* pada bagian Hulu di dapat angkutan sedimen beban sebesar 55,58 ton/tahun, pada bagian tengah sebesar 46,62 ton/tahun, lalu pada bagian Hilir sebesar 5,84 ton/tahun.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis angkutan sedimen pada sungai ciseel dengan menggunakan metode *Shen and Hungs* pada bagian Hulu di dapat angkutan sedimen beban sebesar 55,58 ton/tahun, pada bagian tengah sebesar 46,62 ton/tahun, lalu pada bagian Hilir sebesar 5,84 ton/tahun.

Dapat disimpulkan bahwa angkutan sedimen tertinggi terdapat pada bagian hulu sungai ciseel, dikarenakan kondisi di lapangan debit air tinggi dengan kecepatan aliran air rendah sehingga terjadinya pendangkalan, untuk bagian tengah sungai ciseel terdapat chek dam pada bagian tengah sungai sehingga terjadinya penumpukan sedimen, dan untuk bagian hilir terjadi debit air kecil dengan kecepatan aliran tinggi, sehingga sedimen di hilir kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajr, E. Q., & Dwirani, F. (2019). Menentukan Stasiun Hujan Dan Curah Hujan Dengan Metode Polygon Thiessen Daerah Kabupaten Lebak. *Jurnalnis*, 2(2), 139–146.
- Amri, K. (2022). Analisis Laju Angkutan Sedimen Di Sungai Luas Bengkulu Dengan Menggunakan Metode *Shen Hungs* Dan *Engelund Hansen*. *RADIAL : Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 10 (1), 1–10. <https://doi.org/10.37971/radial.v10i1.239>.
- Aryani, N., Ariyanti, D. O., & Ramadhan, M. (2020). Pengaturan Ideal tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai di Indonesia (Studi di Sungai Serang Kabupaten Kulon Progo). *Jurnal Hukum Ius Quia Iustum*, 27(3), 592–614. <https://doi.org/10.20885/iustum.vol27.iss3.art8>
- Halim, F. (2014). Pengaruh Hubungan Tata Guna Lahan Dengan Debit Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Malalayang. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(1), 45–54.
- Handayani, W., & Indrajaya, Y. (2011). The Analysis of Rainfall and Discharge Relationship on Ngatabaru Sub Sub Watershed, Central Sulawesi. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 8(2), 143–153.
- Kapantow, B., Mananoma, T., & Sumarauw, J. S. F. (2017). Analisis Debit Dan Tinggi Muka Air Sungai Paniki Di Kawasan Holland Village. *Jurnal Sipil Statik*, 5(1), 21–29.
- Kusumawardhani, A., Nurdin, S., & Sari, M. S. A. (2017). Teknologi Smartphone Android Dan Aplikasinya Sebagai Pengendali Pintu Air Daerah Aliran Sungai (Das). *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 1(2), 89. <https://doi.org/10.51804/tesj.v1i2.127.89-94>
- Latief, R., Barkey, R. A., & Suhaeb, M. I. (2021). Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Banjir di Kawasan Daerah Aliran Sungai Maros. *Urban and Regional Studies Journal*, 3(2), 52–59. <https://doi.org/10.35965/ursj.v3i2.669>
- Mahmud. (2021). Hubungan Curah Hujan Terhadap Limpasan Permukaan dan Sedimen pada Berbagai Penggunaan Lahan di DAS Arui, Kabupaten Manokwari. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 23(2), 85–92. <https://doi.org/10.29244/jitl.23.2.85-92>
- Mopangga, S. (2020). Analisis Neraca Air Daerah Aliran Sungai Bolango. *RADIAL : Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 7(2), 162–171. <https://doi.org/10.37971/radial.v7i2.19>.
- Rendi, Wibowo, H., & Gunarto, D. (2020). Analisis Angkutan Sediemen Melayang di Sungai Raya Dalam. 1–12.
- Suharto, & Indarti, R. . E. (2019). Analisis Angkutan Sedimen Kali Progo. 0286, 59–72.