

BAB V

ANALISIS HIDROLOGI

5.1 Umum

Analisis hidrologi dalam lingkup desain bendung Boro dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang debit sungai Bogowonto yang dimaksudkan pada suatu keadaan tingkat tertentu mampu memberikan pengairan ke sawah – sawah disekitar sungai tersebut. Untuk itu analisis hidrologi juga harus didapatkan informasi banjir rencana dengan kala ulang tertentu untuk keperluan penunjang desain bendung dan pasilitas bangunan pelengkap lainnya.

Untuk pencapaian sasaran utama analisis hidrologi seperti yang diuraikan di atas maka sistematika kegiatan analisis hidrologi maka disusun urutan kegiatan, yaitu mulai penyusunan rencana aktifitas, penyeleksian stasiun stasiun hujan yang dipakai, pengumpulan data dasar termasuk referensi – referensi dan pemilihan metode yang sesuai untuk menghasilkan informasi yang diperlukan.

Data hujan yang di peroleh pada stasiun pengamatan harus diteliti sehingga kekurangan – kekurangannya dapat dipenuhi, selanjutnya dapat dipakai untuk membuat analisis curah hujan. Perlu di ketahui bahwa curah hujan maksimum pada stasiun pengamatan mempengaruhi besarnya banjir tidak sama. Oleh karena itu harus dibuat analisis curah hujan guna mendapat hujan rata – rata maksimum.

Dalam desain suatu bendung, yang harus di perhatikan adalah menentukan besarnya debit rencana. Debit rencana ini sudah tentu tidak diambil kecil sehingga air banjir di tempat bangunan sering meluap kalau di dalam saluran pembuangannya terjadi banjir yang lebih besar dari pada banjir rencana sehingga dapat merusak bangunan atau daerah – daerah di sekitar bangunan. Sebaliknya banjir rencana juga tidak boleh diambil terlalu besar sehingga menyebabkan ukuran bangunan menjadi tidak ekonomis.

Di sungai Bogowonto tempat dibangun bendung Boro data/catatan banjir tidak ada sehingga untuk mendisain debit banjir rencana di gunakan data hujan selama 14 tahun dari tahun 1972 sampai tahun 1985.

5.2 Analisa Curah hujan Pada Daerah Aliran Sungai

Debit banjir yang direncanakan untuk desain bendung yaitu dengan periode 5, 10, 25, 50, 100 tahun. Untuk itu dalam perhitungannya didasarkan pada data curah hujan yang mewakili daerah pengaliran. Data curah hujan diambil dari 4 (empat) stasiun pengamatan yaitu : stasiun Kedung Loteng, Kedung pucung, Ngasinan, Kepil.

Data – data tersebut adalah :

- Data curah hujan maksimum bulanan, dan
- Data curah huajan maksimum tahunan.

Salah satu pendekatan dengan mengambil hujan rata – rata di daerah untuk suatu periode tertentu. Untuk mengetahui besarnya hujan rata – rata Daerah Aliran Sungai (DAS) Bendung Boro, dapat digunakan beberapa cara sebagai bahan perbandingan yakni dengan rata- rata aljabar dan ARF.

5.2.1 Cara Rata – rata Aljabar

Cara rata – rata aljabar merupakan suatu cara yang paling sederhana untuk menentukan besarnya tinggi hujan rata – rata.

Pada prinsipnya hujan rata – rata ini dapat dilakukan dengan menjumlahkan curah hujan pada masing – masing stasiun hujan yang dipilih selama masa periode tertentu dan membaginya dengan jumlah stasiunnya.

Rumus:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$$

Tabel 5.1 Hasil perhitungn rata-rata aljabar

Tgl - Bln	Th	Stasiun				R (mm)	R (DAS)
		BD3. Kedung Loteng	BD.8 Kedung Pucung	BD9. Ngasinan	BD 10 Kepil		
18-3	72	101	13	10	0	31	43.75
19-2		0	98	16	17	32.75	
26-12		21	31	108	15	43.75	
24-12		0	0	21	116	34.25	
21-3	73	108	0	12	0	30	79.75
31-1		90	72	13	19	48.5	
21-1		11	9	118	69	51.75	
3-2		65	38	107	109	79.75	
24-11	74	130	168	120	11	107.25	107.25
24-11		130	168	120	11	107.25	
9-4		37	0	186	51	68.5	
21-2		5	3	35	132	43.75	
12-9	75	120	101	0	39	65	98.25
28-10		50	127	0	18	48.75	
28-4		8	12	280	93	98.25	

29-9		25	39	1	37	25.5	
24-11	76	85	12	0	5	25.5	
5-12		20	99	10	15	36	
25-11		5	0	175	9	47.25	
18-11		85	44	10	147	71.5	71.5
11-4	77	75	4	32	34	36.25	
12-2		38	75	0	3	29	
23-11		50	74	93	52	67.25	
9-5		0	0	0	105	26.25	67.25
31-12	78	146	43	5	25	54.75	
24-3		25	82	28	0	33.75	
12-12		0	62	129	0	47.75	
31-8		25	57	90	10	45.5	54.75
23-5	79	86	12	46	81	56.25	
24-5		85	96	52	32	66.25	
3-2		18	6	76	88	47	
8-2		7	2	62	118	47.25	66.25
5-3	80	91	0	0	0	22.75	
28-11		18	116	5	14	38.25	70.25
25-3		90	17	96	78	70.25	
3-12		15	6	43	106	42.5	
28-2	81	65	50	40	20	43.75	
6-3		27	81	41	42	47.75	
8-12		0	26	97	78	50.25	
21-4		0	2	0	100	25.5	50.25
26-2	82	38	18	17	26	24.75	
24-1		0	118	56	14	47	
22-3		0	0	67	5	18	
4-2		0	21	30	87	34.5	47
25-11	83	71	180	20	9	70	207
26-11		16	700	29	83	207	
24-11		6	40	56	8	27.5	

30-41		18	285	34	104	110.25	
15-11	84	76	113	61	162	103	
15-1		15	400	10	17	110.5	
12-11		37	51	140	43	67.75	
15-11		76	133	61	162	108	110.5
1-3	85	100	33	28	25	46.5	
5-2		50	118	0	15	45.75	
27-2		11	14	92	10	31.75	
2-9		0	5	0	96	25.25	46.5

Maximum rerata = 1120,3

$$R = \frac{1120,3}{14} = 80,0178 \text{ mm}$$

5.2.2 Cara ARF (Areal reduction factor)

Untuk mendapatkan rata-rata tahunan dari hujan maximum di daerah aliran dapat di hitung dari rata – rata tahunan curah hujan maksimum pada stasiun pengukuran yang mewakili daerah aliran (*Point Rainfall*) dikalikan dengan faktor reduksi areal (ARF).

$$R = R_i \times \text{ARF}$$

ARF = Areal reduction factor

AREA = Luas DPS Sungai Bogowonto → 321,04 km²

Tabel 5.2 Perhitungan hujan maksimum tahunan dengan APBAR

No	Tahun	Stasiun Kedung Pucung	ARF	R DAS (mm/hr)
1	1972	29.9244	0.8429	25.2245

2	1973	25.0775	0.8429	21.1389
3	1974	71.4393	0.8429	60.2191
4	1975	58.7952	0.8429	49.5609
5	1976	32.6640	0.8429	27.5338
6	1977	32.2425	0.8429	27.1785
7	1978	51.4194	0.8429	43.3435
8	1979	24.4453	0.8429	20.6059
9	1980	29.2922	0.8429	24.6916
10	1981	33.5069	0.8429	28.2444
11	1982	33.0854	0.8429	27.8891
12	1983	253.9361	0.8429	214.0532
13	1984	146.8825	0.8429	123.8133
14	1985	35.8250	0.8429	30.1984
			Total =	723.6951

Tabel 5.3 Rekapitulasi Hujan harian maksimum tahunan.

No	Tahun	Rata - rata aljabar (mm)	Poin Rainfall (mm)
1	1972	43.75	25.2245
2	1973	79.75	21.1389
3	1974	107.25	60.2191
4	1975	98.25	49.5609
5	1976	71.5	27.5338
6	1977	67.25	27.1785
7	1978	54.75	43.3435
8	1979	66.25	20.6059
9	1980	70.25	24.6916

10	1981	50.25	28.2444
11	1982	47	27.8891
12	1983	207	214.0532
13	1984	110.5	123.8133
14	1985	46.5	30.1984
Total		1120.25	723.6951

Untuk keperluan analisis frekuensi curah hujan rencana perencanaan Bendung Boro dipakai hujan harian maksimum tahunan dari rata – rata aljabar

5.3 Analisis Hujan Rencana

Analisis frekuensi hujan adalah kejadian yang di harapkan terjadi rata – rata sekali pada setiap pada setiap N tahun.

Pada perencanaan Bendung Boro ini frekuensi hujan rencana akan di pakai metode Hasper dan salah satu dari metode Normal, Gumbel, Log Normal dan Log Pearson III. Untuk menentukan salah satu dari metode di atas terlebih dahulu dipilih persaratan sebenarnya. Dengan menggunakan hasil perhitungan cara Rata – rata Aljabar sebagai dasar perhitungan dikarenakan hasilnya lebih besar.

Tabel 5.4 Perhitungan Hujan Rata – rata.

m	Xi	(100 m%)/(n+1)	(Xi - x)	(Xi - X)2	(Xi - X)3	(Xi - X)4
1	43.75	6.6667	-36.2679	1315.3606	-47705.3656	1730173.4302
2	46.5	6.2500	-33.5179	1123.4496	-37655.6770	1267130.0406
3	47	5.8824	-33.0179	1090.1817	-35995.5110	1188496.1835
4	50.25	5.5556	-29.7019	882.1219	-26318.1658	785222.6027

5	54.75	5.2632	-25.2679	638.4668	-16132.7145	407639.8169
6	66.25	5.0000	-13.7679	189.5551	-2609.7753	35931.1247
7	67.25	4.7619	-12.7679	163.0193	-2081.4137	26575.2825
8	70.25	4.5455	-9.7679	95.4119	-931.9736	9103.4250
9	71.5	4.3478	-8.5179	72.5546	-618.0130	5264.1729
10	79.75	4.1667	-0.2679	0.0718	-0.0192	0.0052
11	98.25	4.0000	18.2321	332.4095	6000.5221	110490.0500
12	110.5	3.8102	30.1821	727.1564	20322.0779	663335.3702
13	107.25	3.7057	21.2321	441.5015	20177.7161	347731.0170
14	201	3.5714	120.7821	10124.4531	2047510.7740	257778007.7816
Tg	1120.25			23701.8080	1951900.5122	200712335.9808

$$\bar{X} = \frac{1120,25}{10} = 80,0179$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{23701,8080}{14-1}} = 42,6991$$

$$C_s = \frac{n(X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{14 \times 23701,8080}{(14-1)(14-2) \times 42,6991^3} = 2,2271$$

$$C_k = \frac{n^2(\bar{X} - X)^3}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} =$$

$$\frac{14^2(266972335,9808)}{(14-1)(14-2)(14-3) \times 42,6991^4} = 9,1773$$

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} = 0,5336$$

Tabel 5.5 Pemilihan sebaran

Sebaran	Syarat	Hasil hitungan	Keterangan
Normal	$C_s = 0$	$C_s = 2,2271$	Tidak dicoba
Gumbel	$C_s = 0$ $C_k = 5,4002$	$C_s = 2,2271$ $C_k = 9,1773$	Tidak dicoba Tidak dicoba
Lod Normal (2 parameter)	$\frac{C_s}{C_v} = 3$	$\frac{C_s}{C_v} = 4,1736$	Tidak dicoba
Log Pearson III	$C_s < 0$	$C_s = 0,5336$	Tidak dicoba

Keterangan :

Sebaran yang terbaik adalah yang memberikan penyimpangan maksimum titik yang diplot terhadap garis teoritis sekecil mungkin. Sebaran Log Pearso bias di pakai bila ketiga jenis sebaran yang lain tidak dimungkinkan, maka disini diambil sebaran Log Pearson III.

Ploting data diatas kertas probability "Log Normal" (R sebagai ordinat dengan skala $\text{Log} \frac{m}{n-1}$ sebagai absis.

5.3.1 Metode Log Pearson III

Tabel 5.6 Perhitungan curah hujan dengan menggunakan metode Log Pearson

No	X	Log X	$(\log x - \overline{\log x})$	$(\log x - \overline{\log x})^2$	$(\log x - \overline{\log x})^3$
1	43.75	1.640778057	-0.21999857	0.048399371	-0.010647792
2	46.5	1.667452953	-0.193523671	0.037451412	-0.007247735
3	47	1.672097858	0.188878769	0.035675189	-0.006738286
4	50.25	1.701136066	-0.159840561	0.025549885	-0.004083767
5	54.75	1.738384124	-0.122592503	0.015028922	-0.001842433

6	66.25	1.821185883	-0.039790744	0.001583303	-6.30008E-05
7	67.25	1.827692289	-0.033284338	0.001107847	-3.6874E-05
8	70.25	1.846646329	-0.014330298	0.000205357	-2.94283E-06
9	71.5	1.854306042	-0.006670585	4.44967E-05	-2.96819E-07
10	79.75	1.901730692	0.040754065	0.001660894	6.76882E-05
11	98.25	1.992332559	0.131355932	0.017254381	0.002266465
12	110.5	2.043362278	0.182385651	0.033264526	0.006066972
13	107.25	2.030397301	0.169420674	0.028703365	0.004862943
14	207	2.315970345	0.454993718	0.207019284	0.094192474
TTL	1120.25	26.05367277		0.452947353	0.076793415

- Nilai Rata – rata variat log X

$$\begin{aligned}\overline{\text{Log}X} &= \frac{\sum \log x}{n} \\ &= \frac{26,0536}{14} = 1,8609\end{aligned}$$

- Deviasi standar dari variant Log X

$$\begin{aligned}(S\text{Log}X) &= \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,45294}{14-1}} = 0,1867\end{aligned}$$

- Koefisien kemencengan dari variat Log X

$$\begin{aligned}C_s &= \frac{n \sum (\text{Log}X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2) \times S \log X^3} \\ &= \frac{14 \times 0,76793}{(14-1)(14-2) \times (1,8669)^3} = 1,05967\end{aligned}$$

Dengan $C_s = 1,05967$ untuk masa ulang 5 tahun didapat nilai $K = 0,7349$ mencari nilai K ada di lampiran.

Persamaan garis lurus

$$\begin{aligned} \text{Log}X_5 &= \overline{\log X} + k(\overline{S \log X}) \\ &= 1,8609 + 0,7349(0,1866) \\ &= 1,9981 \end{aligned}$$

$$X_5 = 99,5785 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Log}X_{10} &= \overline{\log X} + k(\overline{S \log X}) \\ &= 1,8609 + 1,340(0,1866) \\ &= 2,1111 \end{aligned}$$

$$X_{10} = 129,1521 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Log}X_{25} &= \overline{\log X} + k(\overline{S \log X}) \\ &= 1,8609 + 1,3243(0,1866) \\ &= 2,1081 \end{aligned}$$

$$X_{25} = 128,2840 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Log}X_{50} &= \overline{\log X} + k(\overline{S \log X}) \\ &= 1,8609 + 1,4851(0,1866) \\ &= 2,1381 \end{aligned}$$

$$X_{50} = 137,4643 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Log}X_{100} &= \overline{\log X} + k(\overline{S \log X}) \\ &= 1,8609 + 1,6412(0,1866) \\ &= 2,1671 \end{aligned}$$

$$X_{100} = 146,9996 \text{ mm}$$

Tabel.5.7 Ploting data log pearson III

(T)	K	Log X	Xt	$P = \frac{1}{T} \%$
5	0,7349	1,9981	99,5785	20
10	1,340	2,1111	129,1521	10
25	1,3243	2,1081	128,2840	4
50	1,4851	2,1381	137,4643	2
100	1,6412	2,1671	146,9996	1

Di dapat 5 titik untuk menggambar garis reoritas (Xt sebagai ordinat dengan skala log : $\frac{1}{T}$ sebagai absis menggunakan skala atas)

Uji Sebaran

1. Uji Chi Kuadrat

Data dibagi menjadi 5 Sub-bagian, interval peluang $P = 0,2$. Besarnya peluang untuk tiap-tiap sub-group adalah :

Tabel 5.8 Uji Chi-Kuadrat

Kemungkinan	Ef	Of	Ef - Of	$(Ef - Of)^2 / Ef$
$P < 2$	3	3	0	0
$0,25 < P < 0,45$	3	3	0	0
$0,45 < P < 0,65$	3	3	0	0
$0,65 > P > 0,75$	3	3	0	0
$0,75 < P < 1$	3	3	0	0
Jumlah	14	14		$X^2 = 0$

$$Dk = K - (P + 1) \quad (3.6)$$

$$= 5 - (2 + 1) = 2 \text{ (Derajat kebebasan)}$$

$$\alpha = 5\% \text{ (derajat nyata)}$$

Di dapatkan dari lampiran 1 : $X^2_{cr} = 5,911$

$$X^2 < X^2_{cr} = 5,911 \text{ (OK)}$$

2. Uji Smirnov-Kolmogrov

$$n = 14 ; \alpha = 0,05$$

dari lampiran 2 di dapatkan $\Delta_{Kritik} = 0,354$

dari gambar didapatkan $\Delta_{maks} = 0,1$

$$\Delta_{maks} < \Delta_{Kritik} \text{ (OK)}$$

Berdasarkan hasil kedua pengujian di atas, bisa disimpulkan bahwa data hujan di atas mengikuti sebaran Log Pearson III.

5.3.2 Metode Haspers

$$\text{Rumus} \quad = R_1 = R + S.U$$

Keterangan :

R_1 = Hujan rencana dengan kala ulang tertentu

R = Hujan rata – rata diambil = 80,0179 mm (hal...)

S = Standar deviasi = 42,6991 (hal ...)

U = Variable standar untuk kala ulang tertentu (lampiran..)

Untuk selanjutnya dengan menggunakan rumus : $R_1 = R + S.U$

$$R_5 = 80,0179 + 42,6991 \times 0,64 = 107.3453 \text{ mm}$$

$$R_{10} = 80,0179 + 42,6991 \times 1,26 = 133.8188 \text{ mm}$$

$$R_{25} = 80,0179 + 42,6991 \times 2,1 = 169.686 \text{ mm}$$

$$R_{50} = 80,0179 + 42,6991 \times 2,75 = 197.4404 \text{ mm}$$

$$R_{100} = 80,0179 + 42,6991 \times 3,43 = 226.4758 \text{ mm}$$

Tabel 5.9 Rekapitulasi Hujan Rencana

Periode Ulang T	Log Pearson III	Hasper
5	99.5786	107.345324
10	129.1521	133.818766
25	128.2841	169.68601
50	137.4643	197.440425
100	146.9996	226.475813

5.4 Analisis Debit Banjir Rencana (Design Flood)

Debit banjir rencana adalah debit terbesar atau debit banjir dengan suatu kemungkinan periode ulang tertentu.

Redesain akan sedikit lebih mudah apabila data debit banjir suatu sungai tersebut ada, dikarenakan data pada desain ini tidak ada data debit sungai maka dalam menentukan besarnya suatu debit sungai digunakan metode hubungan empiris antara curah hujan dan aliran air sungai. Besarnya aliran didalam sungai ditentukan terutama oleh besarnya hujan, intencitas hujan, luas daerah hujan dan luas daerah aliran air sungai maka dari itu untuk menganalisis suatu debit banjir rencana digunakan hubungan antara curah hujan dengan limpasan air hujan.

Dalam Analisis desain bendung Boro di sungai Bogowonto, desain debit banjir yng berdasarkan pada curah hujan maksimum tahunan menggunakan

beberapa metode, dalam desain ini mencoba menganalisis debit banjir dengan tiga metode

Yaitu :

1. Metode Haspers
2. Metode FSR jawa – sumatera
3. Metode Rational Jepang

5.4.1 Metode Haspers

Hitungan debit banjir rencana metode Hasper

$$A = 321,04 \text{ km}^2$$

$$L = 45,36 \text{ km}$$

Skema perhitungan

1. Menghitung koefisien aliran

$$C = \frac{1 + 0,012 \cdot A^{0,7}}{1 + 0,075 \cdot A^{0,7}} \quad (3.7.2)$$

$$= \frac{1 + 0,012 \times 321,04^{0,7}}{1 + 0,075 \times 321,04^{0,7}} = 0.319623$$

2. Waktu konsentrasi

$$t = 0,1 \times L^{0,8} \times I^{-0,3}$$

$$(3.7.3)$$

$$= 0,1 \times 45,34^{0,8} \times 0,082^{-0,3}$$

$$= 6.167519 \text{ jam}$$

3. Koefisien reduksi

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

(3.7.4)

$$1/\beta = 1 + \frac{1 + (3,7 \times 10^{-4} \times 6,167519)}{(6,167519^2 + 15)} \times \frac{321,04^3}{12}$$

$$1/\beta = 1,119437$$

$$\beta = 0,893306$$

4. Menghitung Intensitas hujan (R_t), dalam mm

Untuk $2 \text{ jam} \leq 6,167519 \leq 19 \text{ jam}$, maka untuk $t = 5$ tahun

$$R_{24} = 107,3453 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} R_t &= \frac{t \times R^{24} \text{ maks}}{t + 1} \\ &= \frac{6,167519 \times 107,3554}{6,167519 + 1} \\ &= 92,36869 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

5. Menghitung hujan maksimum

$$q = \frac{R_t}{3,6 \cdot t}$$

(3.7.5)

$$= \frac{92,36869}{3,6 \times 6,167519}$$

$$= 4,160177 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{km}^2$$

6. Debit banjir maksimum untuk kala ulang T tahun dihitung dengan rumus :

$$Q = C \times q \times A \times \beta$$

(3.7.1)

$$Q_5 = C \times q \times A \times \beta$$

$$= 0.319623 \times 4.160177 \times 321,04 \times 0.893306$$

$$= 381.3378637 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Tabel 5.11 Debit rencana maksimum cara haspers

Periode ulang T	R24 (mm)	Rt (mm/jam)	q(m ³ /dt/km ²)	Q(m ³ /dt)
5	107.345324	92.3686874	4.160176681	381.3378637
10	133.818766	115.1485999	5.186157059	475.3831881
25	169.68601	146.0117072	6.57619499	602.799434
50	197.440425	169.8938735	7.651819579	701.3953386
100	226.475813	194.8782937	8.777088381	804.5418234

5.4.2 Metode Manual Banjir Rencana Jawa - Sumatera

Untuk mendapatkan debit banjir dengan kala ulang tertentu maka dapat dikelompokkan menjadi 2 tahap perhitungan yaitu:

- a. Perhitungan debit puncak banjir tahunan rata – rata

(Mean Annual flood = MAF)

- b. Penggunaan faktor pembesar (Growth Factor = GF) terhadap nilai MAF, untuk menghitung debit banjir sesuai dengan period ulang yang diinginkan. GF dapat dilihat pada lampiran

Parameter yang digunakan

- 1) AREA = Luas Daerah Aliran Sungai (km^2)
- 2) PBAR = Hujan terpusar maksimum rata – rata tahunan dalam 1 hari
- 3) APBAR = Hujan maksimum rata –rata tahunan yang mewakili daerah aliran

$$\text{APBAR} = \text{PBAR} \times \text{AFR}$$
- 4) AFR = Faktor Reduksi Luas = 0,8429 (hal..)
- 5) SIMS = Indeks Kemiringan (m/km)
- 6) LAKE = Indeks Danau (0 – 0,25)

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{AREA} &= 321,04 \text{ km}^2 \\ \text{PBAR} &= R_5 = 107.345324 \text{ mm} \\ \text{SIMS} &= 0,0282 \\ \text{LAKE} &= 0 \text{ (untuk bendung)} \\ V &= 1,02 - 0,0275 \text{ Log AREA} \\ &= 1,02 - 0,0275 \text{ Log } 321,04 \\ &= 0.95107 \\ \text{APBAR} &= 107.345324 \times 0,8429 \\ &= 90.48137 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MAF} &= (8 \times 10^6) \times (\text{AREA})^V \times (\text{APBAR})^{2,445} \times (\text{SIMS})^{0,117} \times (1 + \text{LAKE})^{-0,85} \\ &= (8 \times 10^6) \times (321,04)^{0.95107} \times (90.48137)^{2,445} \times (0,0282)^{0,117} \times (1 + 0)^{-0,85} \\ &= 77.52995 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

GF (faktor pembesar dalam periode ulang T) dilihat pada lampiran,
maka debit banjir rencana untuk kala ulang 5 tahun sebesar :

$$\begin{aligned} Q_5 &= GF_5 \times MAF_5 \\ &= 1.267896 \times 77.52995 \\ &= 98.29991383 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Tabel 5.12 Debit Rencana maksimum cara Jawa - Sumatera

T	GF	R24 (mm)	MAF(m3/dt)	APBAR	Q(m3/dt)
5	1.267896	107.345324	77.52996	90.4813736	98.29992339
10	1.535792	133.818766	132.90426	112.7958379	204.1133021
25	1.894224	169.68601	237.51408	143.0283378	449.9018618
50	2.291584	197.440425	343.99015	166.4225342	788.2823126
100	2.70776	220.410613	481.07131	170.6704628	1303.524234

5.1.3 Metode Rational Jepang

$$Q_{\text{maks}} = \frac{1}{3,6} \times R_m \times f \times A \quad (3.9)$$

Keterangan ::

R_m = Intensitas hujan jam – jaman maksimum selama banjir

C = 0,75 (lampiran)

A = Luas DAS = 321,04 km²

$$R_m = R_o \times \left(\frac{t}{T} \right)^{2/3}$$

$$R_o = \frac{R_{24}}{t}$$

$$\begin{aligned}
 W &= 72 \times \left(\frac{H}{L} \right)^{0.6} \\
 &= 72 \times 0,0282^{0.6} \\
 &= 8.4621 \\
 T &= L / W \\
 &= 45,35 / 8.4621 \\
 &= 5.3532 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.13 Debit banjir rencana maksimum cara Rational Jepang

T	W	T (mm)	R24 (mm)	Ro (mm)	Rm (mm)	Q (m3/det)
5	8.462174	5.3532342	107.34532	4.47272183	12.16097951	813.366846
10	8.462174	5.3532342	133.81877	5.57578192	15.16011328	1013.95891
25	8.462174	5.3532342	169.68601	7.07025042	19.2234558	1285.7288
50	8.462174	5.3532342	197.44043	8.22668438	22.36770894	1496.02693
100	8.462174	5.3532342	226.47581	9.43649221	25.65708146	1716.03113

Tabel 5.14 Rekapitulasi Debit Rencana

T	Haspers	MAF	Rational
5	381.3378637	98.29992339	813.3668465
10	475.3831881	204.1133021	1013.95891
25	602.799434	449.9048648	1285.728802
50	701.3953386	788.2823126	1496.026933
100	804.5418234	1303.524234	1716.031132

Dalam perhitungan selanjutnya yaitu desain teknis bendung maka debit rencana yang digunakan adalah debit 50 tahun dengan metode Haspers sebesar = **701.3953 m³/dt**, karena desain sebelumnya merancang Q50 tahun dan kami mengambil desain kala ulang 50 tahun dengan metode yang berbeda, disamping itu kami tidak mengambil disaen kala ulang diatas 50 tahun dikarenakan demensi bendung tidak ekonomis, karena pengambilan debit yang terlalu besar.