

# ANALISA DEBIT BANJIR KALI TANGGUL KABUPATEN JEMBER

Taufik Hidayat<sup>1</sup>, Moh Abduh<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang

Kontak Person

Jl. Raya Tlogomas No. 246. Malang, Jawa Timur, Indonesia, Telp. 0341-463513

E-mail : elta95@yahoo.com, abduh@umm.ac.id

## Abstrak

Sungai disebut juga sebagai kali atau bengawan adalah aliran air di permukaan yang besar dan berbentuk memanjang yang mengalir secara terus-menerus dari hulu menuju hilir. Sungai adalah salah satu sumber yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat, baik penggunaan untuk air irigasi maupun untuk air baku. Sungai Tanggul berada pada Kecamatan Tanggul, Kecamatan Semboro dan Kecamatan Bangsalsari Kabupaten Jember dimana juga terdapat Bendung Karanglo mengairi lahan pertanian seluas 2300 Ha, dan luas DAS 67,78 km<sup>2</sup>. Kali Tanggul pada musim hujan memiliki debit yang sangat besar, sehingga pada puncaknya terkadang dapat mengakibatkan tingginya muka air banjir pada lokasi-lokasi yang memiliki tanggul sungai rendah. Penelitian ini dilakukan agar didapatkan debit banjir rancangan yang dapat dipergunakan sebagai acuan untuk melakukan perencanaan bangunan air yang ada pada aliran sungai Tanggul. Metode yang digunakan sebagai perhitungan debit banjir adalah hidrograf satuan sintetik Gamma I dan Rasional. Dari hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan debit banjir rancangan pada kala ulang 1000 tahun ( $Q_{1000}$ ) sebesar 137,022 m<sup>3</sup>/dt untuk metode hidrograf satuan sintetik Gamma I dan sebesar 365,803 m<sup>3</sup>/dt untuk metode hidrograf satuan sintetik Rasional.

**Kata Kunci :** sungai, kali, debit banjir rancangan, HSS Gamma I, Rasional

## 1. Pendahuluan

Sungai disebut juga sebagai kali atau bengawan adalah aliran air di permukaan yang besar dan berbentuk memanjang yang mengalir secara terus-menerus dari hulu menuju hilir. Sungai adalah salah satu sumber yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat, baik penggunaan untuk air irigasi maupun untuk air baku.

Kali Tanggul yang pada musim hujan memiliki debit yang sangat besar, pada puncaknya terkadang dapat mengakibatkan bencana banjir yang mengakibatkan kerusakan pada infrastruktur dan pemukiman warga, terjadinya banjir akibat kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang atau terhambatnya air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap mengenai daerah sekitarnya [1]. Penelitian ini dilakukan agar didapatkan debit banjir rancangan pada Kali Tanggul yang dapat dipergunakan sebagai acuan untuk perencanaan bangunan penahan banjir dan bangunan air lainnya.

Studi ini dilakukan pada Kali Tanggul yang melewati wilayah Kecamatan Tanggul, Kecamatan Semboro dan Kecamatan Bangsalsari Kabupaten Jember dimana juga terdapat Bendung Karanglo mengairi lahan pertanian seluas 2300 Ha, dan luas DAS 67,78 km<sup>2</sup> [2]

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Data yang Digunakan

- (1) Data curah hujan jam-jaman selama 10 tahun (2009-2018) Stasiun Hujan Tanggul yang berada pada Desa Tanggul Wetan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember.
- (2) Peta topografi
- (3) Data BPS “Kecamatan Tanggul Dalam Angka, 2018”

- (4) Data BPS “Kecamatan Semboro Dalam Angka, 2018”
- (5) Data BPS “Kecamatan Bangsalsari Dalam Angka, 2018”
- (6) Data BPS “Kabupaten Jember Dalam Angka, 2018”

## 2.2. Analisa Curah Hujan Rancangan Metode Log Pearson Tipe III

Hujan rancangan diperoleh dari analisa frekuensi hujan, berupa hujan rancangan dengan kala ulang tertentu yang berarti terjadinya hujan tersebut diharapkan sama atau dilampaui rata-rata satu kali dalam suatu periode tahun. Curah hujan terbesar yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan peluang tertentu. Metode analisis hujan rancangan tersebut pemilihannya sangat bergantung dari kesesuaian parameter statistik dari data yang bersangkutan, atau dipilih berdasarkan pertimbangan-pertimbangan teknis lainnya. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data yang tersedia untuk memperoleh probabilitas besaran debit banjir di masa yang akan datang. Secara fisik dapat diartikan bahwa sifat klimatologis dan sifat hidrologi DAS diharapkan masih tetap sama [3]

Distribusi Log person Tipe III digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk sebaran Log Pearson tipe III merupakan hasil transformasi dari sebaran Pearson tipe III dengan menggantikan varian menjadi nilai logaritmik [4] Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Log } X_t = \overline{\text{Log } x} + G \cdot Sd \quad (1)$$

$\overline{\text{Log } X_t}$  = nilai log dari X yang terjadi dengan kala ulang Tr

$\overline{\text{Log } x}$  = nilai log dari X rata-rata seri data X

Sd = standar deviasi/simpangan baku

G = faktor penyimpangan untuk kala ulang tertentu

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

$\overline{\text{Log } x}$  = rerata Log x

n = jumlah data

## 2.3. Debit Banjir Rancangan

Analisa debit banjir digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada suatu DAS. Debit banjir rencana merupakan debit maksimum rencana di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan stabilitas sungai. Dalam perencanaan bangunan air, salah satu parameter disain yang sangat penting adalah besaran debit banjir kala ulang tertentu. Hidrograf satuan merupakan hidrograf limpasan

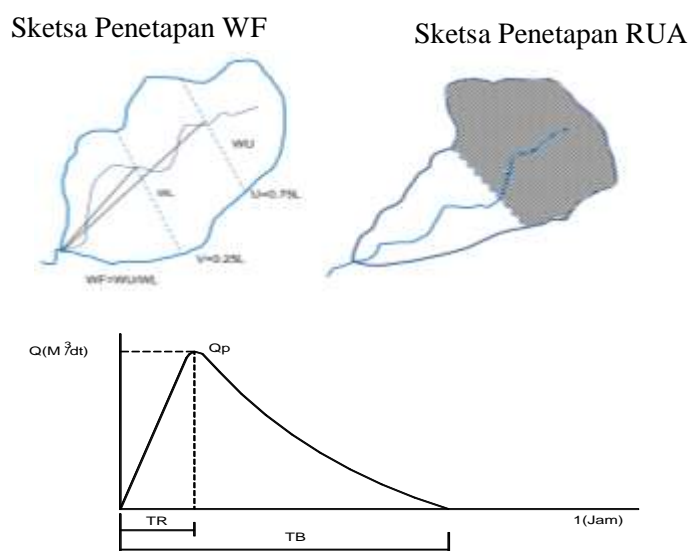
langsung yang dihasilkan oleh hujan efektif yang terjadi merata di seluruh DAS dengan intensitas tetap dalam satu satuan waktu yang ditetapkan. Ada dua andaian pokok di dalam hidrograf satuan yaitu hujan yang merata dan intensitas hujan tetap [5]

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung atau pengunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama

pada suatu titik (stasiun) yang ditinjau. Daerah aliran sungai ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi garis-garis kontur. [6]).

### 2.2.1. Hidrograf Satuan Sintetik GAMA I

Hidrograf satuan sintetik ini dikembangkan oleh Sri Harto yang diturunkan berdasarkan teori hidrograf satuan sintetik yang dikemukakan oleh Sherman. Hidrograf satuan sintetik Gama-I merupakan persamaan empiris yang diturunkan dengan mendasarkan pada parameter-parameter DAS terhadap bentuk dan besaran hidrograf satuan parameter-parameter DAS tersebut yaitu faktor sumber (SF), frekuensi sumber (SN), faktor lebar (WF), luas relatif (RUA), faktor simetris (SIM) dan jumlah pertemuan sungai. Karakteristik hidrograf satuan sintetik Gama-I dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 1.** Karakteristik HSS Gama I dan Sketsa Penetapan parameter WF dan RU  
(Sumber : Triatmodjo, 2008)

Satuan hidrograf sintetik Gama-I dibentuk oleh tiga komponen dasar yaitu waktu naik (TR), debit puncak (QP), waktu dasar (TB) dengan uraian sebagai berikut :

1) Waktu naik TR dinyatakan dalam persamaan

$$TR = 0,43\left(\frac{L}{100} SF\right)^3 + 1,0665 SIM + 1,2775 \quad (3)$$

dimana :

TR = waktu naik (jam)

L = panjang sungai (km)

SF = faktor sumber yaitu perbandingan antara jumlah panjang sungai tingkat I dengan panjang sungai semua tingkat.

SIM = faktor simetri ditetapkan sebagai hasil kali antara faktor lebar (WF) dengan luas relatif DAS sebelah hulu (RUA).

WF = faktor lebar yaitu perbandingan antara lebar DAS yang diukur dari titik di sungai yang berjarak  $\frac{3}{4}$  L dan lebar DAS yang diukur dari titik yang berjarak  $\frac{1}{4}$  L dari tempat pengukuran.

2) Debit Puncak (QP) dinyatakan dengan rumus :

$$QP = 0,1836 \cdot A^{0,5886} \cdot TR^{-0,4008} \cdot JN^{0,2381} \quad (4)$$

dimana :

QP = Debit Puncak (m<sup>3</sup>/det)

JN = Jumlah Pertemuan Sungai

TR = Waktu naik

3) Waktu dasar (TB) dinyatakan dengan rumus :

$$TB = 27,4132 \cdot TR^{0,1457} \cdot S^{-0,0956} \cdot SN^{0,7344} \cdot RUA^{0,2574} \quad (5)$$

dimana :

TB = waktu dasar

TR = waktu naik

S = landai sungai rata-rata

SN = frekuensi sumber yaitu perbandingan antara jumlah segmen sungai–sungai tingkat I dengan jumlah sungai semua tingkat.

RUA = luas relatif DAS hulu.

4) Koefisien Penampungan (K) dinyatakan dengan rumus :

$$K = 0,5617 \cdot A^{0,1798} \cdot S^{-0,1446} \cdot SF^{-1,0697} \cdot D^{0,0452} \quad (6)$$

dimana :

K = Koefisien penampungan

A = Luas DAS (km<sup>2</sup>)

S = Landai sungai rata-rata

SF = Faktor Sumber

D = Kerapatan drainase

5) Recession Curve

$$Qt = Qp \cdot e^{-(L/K)} \quad (7)$$

dimana :

Qt = Debit pada waktu t (m<sup>3</sup>/det)

Qp = Debit puncak (m<sup>3</sup>/det)

t = Waktu dari saat terjadinya debit puncak (jam)

K = Koefisien tampungan.

### 2.2.2. Hidrograf Satuan Metode Rasional

Menurut Suripin (2004) Metode rasional umum yang di pakai untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak adalah metode Rasional USSCS (1973). Metode ini sangat simple dan mudah penggunaannya, metode Rasional dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa curah hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata di seluruh daerah pengaliran selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasi (tc). Metode Rasional ini umumnya banyak digunakan untuk menghitung debit banjir pada daerah aliran sungai yang tidak terlalu luas dengan batasan luas hingga 50 km<sup>2</sup>, atau tergantung ketersediaan penyebaran stasiun hujan yang ada pada daerah aliran sungai [7]. Menurut Iman Subarkah (1978), Metode Rasional dapat diterapkan untuk DAS dengan luas antara 0,4 – 0,8 km<sup>2</sup> [8]. Sedangkan Menurut San Diego Country (Ponce, 1989) nilainya berkisar antara 0,65 – 12,5 km<sup>2</sup> Persamaan matematik Metode Rasional adalah sebagai berikut :

1) Debit Maks, Qmaks :

$$Q_{maks} = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (m^3 / dt) \quad (8)$$

dimana :

Q = Debit (m<sup>3</sup>/detik)

0,278 = kostanta, yang digunakan jika satuan luas daerah km<sup>2</sup>

C = koefisien aliran

I = Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah aliran (km<sup>2</sup>)

2) Intensitas Hujan, I :

$$I = \left( \frac{Rn}{24} \right) \cdot \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (mm/jam) \quad (9)$$

dimana :

R = hujan maksimum (mm)

tc = waktu konsentrasi (jam)

waktu konsentrasi dihitung menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940), yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$TC = 0,0133 Lx_i^{-0,6} \quad (10)$$

dimana :

tc = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang sungai (km)

S = kemiringan sungai

3) Kecepatan, V:

$$V = 72 \left( \frac{H}{L} \right)^{0,6} \quad (m/dt) \quad (11)$$

dimana :

V = Kecepatan (m/dt)

H = Beda tinggi antara titik yang ditinjau dengan titik yang terjauh dari alur sungai (m)

L = Panjang alur sungai dari titik yang terjauh sampai titik yang di tinjau (m)

4) Waktu Konsentrasi, Tc :

$$T_c = \left(\frac{L}{V}\right) (\text{jam}) \quad (12)$$

dimana :

$T_c$  = Waktu Tiba Banjir (Jam)

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Tipe III

Analisa frekuensi data curah hujan menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Analisa Curah Hujan Rancangan Metode Log Pearson Tipe III

No.	Tahun	Curah Hujan (Xi) (mm)	Log Xi	Log Xi - Log X <sub>rt</sub>	Log Xi - Log X <sub>rt</sub>	Log Xi - Log X <sub>rt</sub>	Probability
1	2013	121,00	2,08	0,12	0,0143	0,0017	9,09
2	2011	110,00	2,04	0,08	0,0061	0,0005	18,18
3	2009	105,00	2,02	0,06	0,0034	0,0002	27,27
4	2015	99,00	2,00	0,03	0,0010	0,0000	36,36
5	2017	94,00	1,97	0,01	0,0001	0,0000	45,45
6	2017	88,00	1,94	-0,02	0,0004	0,0000	54,55
7	2012	86,00	1,93	-0,03	0,0008	0,0000	63,64
8	2018	85,00	1,93	-0,03	0,0011	0,0000	72,73
9	2016	79,00	1,90	-0,07	0,0043	-0,0003	81,82
10	2014	65,00	1,81	-0,15	0,0226	-0,0034	90,91
<b>Jumlah</b>			19,63	0,0000	0,0541	-0,0013	
<b>Rerata</b>			1,96				
<b>Standar Deviasi (Stdev)</b>			0,08				
<b>Skewness (Cs)</b>			-0,40				
<b>Koefisien Kurtosis (Ck)</b>			0,40				

Sumber : Hasil Perhitungan

**Tabel 2.** Analisis Hujan Rancangan Log Person Type III

No.	Periode Ulang	G (tabel)	Log X	Xt	Probability
	( tahun )			(mm)	
1	1,01	-2,62	1,76	57,61	99,01
2	2	0,07	1,97	92,99	50,00
3	5	0,86	2,03	107,06	20,00
4	10	1,23	2,06	114,49	10,00
5	20	1,48	2,08	119,72	5,00
6	25	1,61	2,09	122,42	4,00
7	50	1,83	2,11	127,50	2,00
8	100	2,03	2,12	132,02	1,00
9	200	2,20	2,13	136,14	0,50
10	1000	2,54	2,16	144,63	0,10

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 3.2. Debit Banjir Rancangan

##### 3.2.1. Hidrograf Satuan Sintetik GAMA-I

###### (1) Parameter HSS Gama-I

- |   |                |                         |
|---|----------------|-------------------------|
| (a) Luas DAS                            | A              | = 67,78 km <sup>2</sup> |
| (b) Luas DAS Bagian Hulu                | A <sub>U</sub> | = 38,86 km <sup>2</sup> |
| (c) Panjang Sungai Utama                | L              | = 21,45 km              |
| (d) Jumlah Panjang Sungai Orde 1        | L <sub>1</sub> | = 101,75 km             |
| (e) Jumlah Panjang Sungai Semua tingkat | L <sub>n</sub> | = 208,50 km             |
| (f) Panjang 0,75L (OB along River)      |                | = 16,08 km              |

(g) Panjang 0,25L (OA along River)	=	5,36 km
(h) Jumlah Pertemuan Sungai	JN	= 122,00 Buah
(i) Lebar DAS 0,75L (bb')	W <sub>U</sub>	= 6,60 km
(j) Lebar DAS 0,25L (aa')	W <sub>L</sub>	= 2,03 km
(k) Jumlah Sungai Orde 1	P <sub>1</sub>	= 144,00 Buah
(l) Jumlah Sungai Orde Lain	P <sub>n</sub>	= 77,00 Buah
(m) Jumlah Sungai Semua		= 221,00 Buah
(n) Kemiringan Sungai rerata	L	= 0,0912
(2) Parameter Bentuk Hidrograf		
(a) Faktor Sumber	SF	= 0,49
(b) Frekuensi Sumber	SN	= 1,87
(c) Kerapatan Jaringan Kuras	D	= 3,08
(d) Faktor Lebar	W <sub>F</sub>	= 3,25
(e) Perbandingan Luas DAS Hulu Hilir	RUA	= 0,57
(f) SIM : RUA x W <sub>F</sub>	SIM	= 1,85
(3) Waktu Naik Hidrograf (TR)		
(a) TR : 0,43 ((L/100).SF) <sup>3</sup> +1,0665 SIM+1	TR	= 3,26 Jam
(4) Debit Puncak Hidrograf (Qp)		
(a) Qp : 0,1836 A <sup>0,5886</sup> JN <sup>0,2381</sup> TR <sup>-0,4008</sup>	Qp	= 4,29 m <sup>3</sup> /dt
(5) Waktu Dasar Hidrograf (TB)		
(a) TB : 27,4312 TR <sup>0,1457</sup> S <sup>-0,0956</sup> SN <sup>0,7344</sup> RUA <sup>0</sup>	TB	= 56,52 Jam
(6) Koefisien Penampungan (K)		
(a) K : 0,5617 A <sup>0,1798</sup> S <sup>-0,1446</sup> SF <sup>-1,0897</sup> D <sup>0,0452</sup>	K	= 3,90
(7) Aliran Dasar (Q <sub>B</sub> )		
(a) Q <sub>B</sub> : 0,4751 A <sup>0,6444</sup> D <sup>0,943</sup>	Q <sub>B</sub>	= 20,75 m <sup>3</sup> /dt

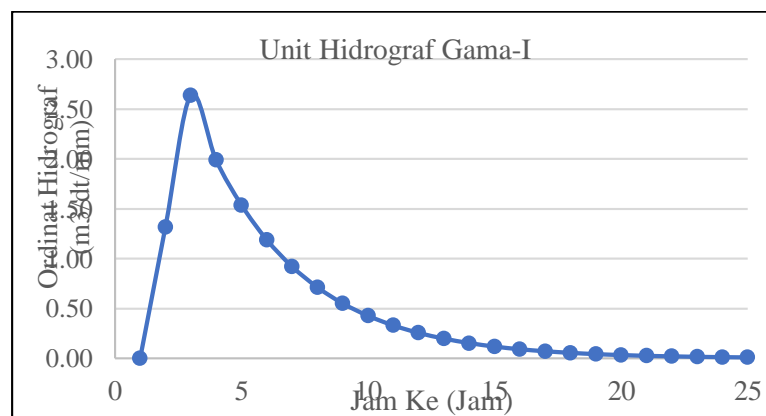


**Gambar 2.** DAS Tanggul dan Parameter Perhitungan Metode Gama- I  
(Sumber : Hasil Perhitungan)

**Tabel 3.** Ordinat Unit Hidograf Metode Gama-I

No.	t	U(t,1)	No.	t	U(t,1)
	(jam)	m <sup>3</sup> /det/mm		(jam)	m <sup>3</sup> /det/mm
0	0,00	0,000	13	13,00	0,153
1	1,00	1,319	14	14,00	0,118
2	2,00	2,638	15	15,00	0,091
3	3,00	1,989	16	16,00	0,071
4	4,00	1,539	17	17,00	0,055
5	5,00	1,190	18	18,00	0,042
6	6,00	0,921	19	19,00	0,033
7	7,00	0,713	20	20,00	0,025
8	8,00	0,551	21	21,00	0,020
9	9,00	0,427	22	22,00	0,015
10	10,00	0,330	23	23,0	0,012
11	11,00	0,255	24	24,00	0,009
12	12,00	0,198			

Sumber : Hasil Perhitungan



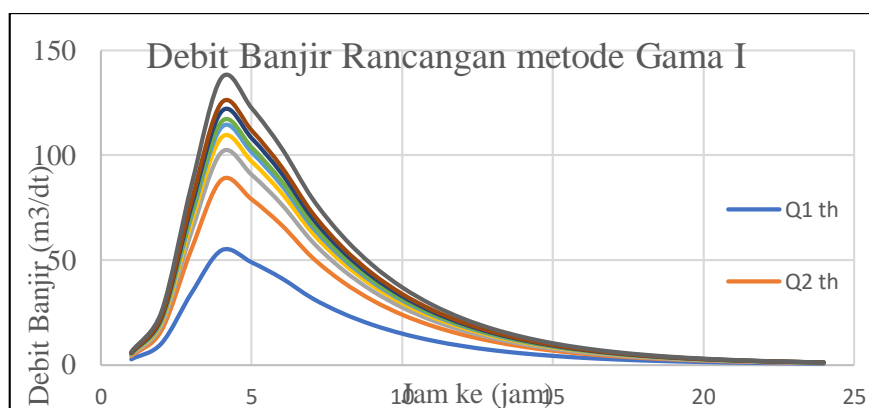
**Gambar 3.** Hidrograf Banjir Rancangan Gama I  
(Sumber : Hasil Perhitungan)



**Tabel 4.** Tabel Hidrograf Banjir Gamma-I Berbagai Kala Ulang

t (jam)	Hidrograf Satuan (m <sup>3</sup> /det/mm)	Q (m <sup>3</sup> /dt)								
		Tr = 1th	Tr = 2th	Tr = 5th	Tr = 10th	Tr = 20th	Tr = 25th	Tr = 50th	Tr = 100th	Tr = 1000th
0,00	0,00	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
1,00	1,32	2,71	4,20	4,79	5,11	5,33	5,44	5,65	5,85	6,38
2,00	2,64	10,28	16,43	18,87	20,16	21,07	21,54	22,42	23,20	25,39
3,00	1,99	34,36	55,29	63,61	68,01	71,10	72,70	75,71	78,38	85,84
4,00	1,54	54,75	88,20	101,5	108,53	113,47	116,02	120,83	125,10	137,02
5,00	1,19	48,94	78,82	90,71	96,99	101,40	103,68	107,98	111,79	122,45
6,00	0,92	41,31	66,50	76,52	81,82	85,54	87,46	91,08	94,30	103,28
7,00	0,71	31,91	51,33	59,05	63,14	66,00	67,49	70,28	72,76	79,68
8,00	0,55	24,75	39,78	45,75	48,91	51,13	52,28	54,44	56,36	61,71
9,00	0,43	19,21	30,84	35,46	37,90	39,62	40,51	42,18	43,66	47,81
10,00	0,33	14,93	23,92	27,50	29,39	30,72	31,40	32,70	33,85	37,05
11,00	0,26	11,61	18,57	21,34	22,80	23,83	24,36	25,36	26,25	28,73
12,00	0,20	9,05	14,43	16,57	17,70	18,50	18,91	19,68	20,37	22,29
13,00	0,15	7,06	11,23	12,89	13,76	14,38	14,69	15,29	15,82	17,31
14,00	0,12	5,53	8,75	10,03	10,71	11,19	11,43	11,90	12,31	13,46
15,00	0,09	4,34	6,83	7,83	8,35	8,72	8,91	9,27	9,58	10,47
16,00	0,07	3,42	5,35	6,12	6,52	6,81	6,96	7,23	7,48	8,17
17,00	0,05	2,71	4,20	4,80	5,11	5,33	5,44	5,66	5,85	6,38
18,00	0,04	2,16	3,32	3,77	4,02	4,19	4,28	4,44	4,59	5,00
19,00	0,03	1,74	2,63	2,98	3,17	3,30	3,37	3,50	3,61	3,93
20,00	0,03	1,41	2,10	2,37	2,52	2,62	2,67	2,77	2,86	3,11
21,00	0,02	1,15	1,69	1,90	2,01	2,09	2,13	2,21	2,28	2,47
22,00	0,02	0,95	1,37	1,53	1,62	1,68	1,71	1,77	1,82	1,97
23,00	0,01	0,80	1,12	1,25	1,32	1,36	1,39	1,43	1,48	1,59
24,00	0,01	0,68	0,93	1,03	1,08	1,12	1,14	1,17	1,20	1,29
<b>MAX</b>		<b>54,75</b>	<b>88,20</b>	<b>101,5</b>	<b>108,53</b>	<b>113,47</b>	<b>116,02</b>	<b>120,83</b>	<b>125,10</b>	<b>137,02</b>

Sumber : Hasil Perhitungan



**Gambar 5.** Hidrograf Banjir Berbagai Kala Ulang Metode Gama-I  
(Sumber : Hasil Perhitungan)

**Tabel 5.** Rekapitulasi Debit Banjir Metode Gama-I

No	Kala Ulang	Q (m <sup>3</sup> /dt)
1	1,01	54,748
2	2	88,196
3	5	101,497
4	10	108,526
5	20	113,467
6	25	116,021
7	50	120,830
8	100	125,100
9	1000	137,022

Sumber : Hasil Perhitungan

### 3.2.2. Hidrograf Metode Rational

Hasil perhitungan Debit Banjir DAS K. Tanggul, Metode Rational dengan beberapa periode ulang seperti ditunjukkan pada tabel berikut :

Data DAS K. Tanggul :

- |                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| (1) Luas DAS,          | A = 67,78 Km <sup>2</sup> |
| (2) Panjang Sungai,    | L = 21,466 Km             |
| (3) Kemiringan sungai, | I = 0,091 m               |

**Tabel 6.** Perhitungan Debit Banjir Dengan Metode Rational

No	Periode Ulang (Tahun)	R-24maks (mm)	V ( m/dt )	Tc ( jam )	I (mm /jam )	Qn (m <sup>3</sup> /dt)
1	1,01	57,61	17,108	1,253	17,183	145,699
2	2	92,99	17,108	1,253	27,736	235,180
3	5	107,06	17,108	1,253	31,933	270,768
4	10	114,49	17,108	1,253	34,15	289,566
5	25	122,42	17,108	1,253	36,515	309,620
6	50	127,50	17,108	1,253	38,032	322,483
7	100	132,02	17,108	1,253	39,379	333,904
8	1000	144,63	17,108	1,253	43,141	365,803

Sumber : Hasil Perhitungan

## 4. Kesimpulan

Dari hasil analisa debit banjir rancangan pada daerah aliran Kali Tanggul, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Debit banjir rancangan pada kala ulang 1000 tahun (Q<sub>1000</sub>) menggunakan metode hidrograf satuan sintetik Gamma-I sebesar 137,022 m<sup>3</sup>/dt.

- b) Debit banjir rancangan pada kala ulang 1000 tahun ( $Q_{1000}$ ) menggunakan metode Rasional sebesar  $365,803 \text{ m}^3/\text{dt}$ .

### Referensi

- [1] Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi
- [2] PT. Vitraha Consindotama, 2019. *Laporan Akhir SID Rehabilitasi Kewenangan Provinsi Jatim*
- [3] Sri Harto Br. 1993, Analisis Hidrologi, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [4] C.D. Soemarto, 1999. *Hidrologi Teknik, Edisi – 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga..
- [5] Sri Harto Br. 1993, Hidrograf Satuan Sintetik Gama I, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [6] Triatmodjo, B. 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- [7] Hadisusanto, Nugroho. 2010. *Aplikasi Hidrologi*. Jogja Mediautama. Yogyakarta.
- [8] Subarkah, Iman. 1978. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung