



## ANALISIS DEBIT BANJIR SUNGAI PETAPAHAN MENGGUNAKAN METODE HSS GAMA I UNTUK PERENCANAAN DIMENSI TANGGUL (Studi Kasus Sungai Petapahan Kecamatan Gunung Toar)

**Delvi Juniantoro**

Program Studi Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik,  
Universitas Islam Kuantan Singingi, Indonesia  
Jl. Gatot Subroto KM. 7 Kebun Nenas, Desa Jake, Kab. Kuantan Singingi

### ABSTRAK

Sungai Petapahan adalah salah satu sungai di Desa Petapahan yang rawan banjir. Perencanaan pengendalian banjir di sungai petapahan dapat dilakukan apabila debit banjir rencana disungai ini diketahui. Analisis debit banjir rencana menggunakan metode HSS Gama I yang selanjutnya diolah menggunakan aplikasi Hec-Ras untuk melihat ketinggian muka air sungai petapahan dan aplikasi Geo-Slope untuk melihat kestabilan tanggul yang akan dibuat sebagai bangunan penanggulangan banjir sungai petapahan. Dari hasil analisis debit banjir dengan berbagai kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun adalah 28,58 m<sup>3</sup>/detik, 33,42 m<sup>3</sup>/detik, 35,47 m<sup>3</sup>/detik, 38,56 m<sup>3</sup>/detik, 40,39 m<sup>3</sup>/detik, 42,79 m<sup>3</sup>/detik.

**Kata Kunci :** Debit banjir rencana, HSS Gama I, Hec-Ras, Geo-Slope.

### 1. PENDAHULUAN

Kabupaten Kuantan Singingi merupakan daerah yang memiliki banyak aliran sungai. Setiap Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki karakteristik pengaliran dan debit banjir yang sangat berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya bentuk topografi daerah aliran sungai, tata guna lahan, tipologi sungai (panjang, kemiringan, dan jumlah), tinggi dan durasi curah hujan daerah.

Salah satu sungai orde I dari Sungai Indragiri yang terdapat di Kabupaten Kuantan Singingi sungai ini bernama Sungai Petapahan, sungai ini terletak di Desa Petapahan Kecamatan Gunung Toar. Sungai ini merupakan salah satu sungai yang rawan banjir, sehingga dapat menimbulkan kerugian bagi masyarakat sekitar Daerah Aliran Sungai seperti terhambatnya perekonomian akibat terendahnya areal persawahan yang ada di desa tersebut. Perencanaan pengendalian banjir, pengamanan sungai, dan struktur bangunan air lainnya di Sungai Petapahan dapat dilakukan dengan baik apabila debit banjir rencana disungai tersebut diketahui.

Debit banjir rancangan adalah debit banjir maksimum yang mungkin terjadi pada daerah dengan peluang kejadian tertentu. Untuk menaksir banjir rancangan digunakan cara hidrograf banjir yang didasarkan oleh parameter dan karakteristik daerah pengalirannya. Banjir rencana dengan periode ulang tertentu dapat dihitung dengan data debit banjir atau data hujan. Banyak metode yang dapat digunakan dalam analisis hidrograf banjir mulai dari metode rasional yang cukup sederhana sampai model matematik yang cukup kompleks. Hidrograf satuan



dapat dibuat apabila tersedia pasangan data hujan dan data debit aliran. Apabila sungai tersebut tidak memiliki data tersebut, maka hidrograf untuk sungai tersebut dapat dibuat secara sintetis (buatan), yaitu dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS).

Metode ini sederhana, karena hanya membutuhkan data-data karakteristik DAS seperti Luas DAS, panjang sungai dan dalam beberapa kasus juga mencakup karakteristik lahan. Di Kabupaten Kuantan Singingi khususnya dilokasi penelitian yaitu didaerah aliran Sungai Petapahan tidak memiliki data debit. Maka dilakukan suatu alternatif yaitu mengkonfersikan data hujan untuk menghasilkan debit banjir rancangan dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik. Pada penelitian ini digunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama I agar debit banjir rancangan yang diperoleh dari hasil analisis dan perhitungan nantinya dapat dimanfaatkan seperlunya.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Teknik Pengumpulan Data

#### 1. Studi Literatur

Data-data yang diperoleh dari perpustakaan dan data-data yang diperoleh dari media internet yang sesuai dan berkaitan dengan penelitian dengan mentelaah dan mengutip secara cermat data-data tersebut.

#### 2. Data Primer

Data primer dapat berupa data-data yang diperoleh langsung dari lapangan seperti foto dokumentasi dari daerah aliran sungai yang dijadikan objek penelitian sehingga dapat memperkuat kebenaran hasil penelitian.

#### 3. Data Sekunder

Pengumpulan data dengan memakai data sekunder, dimana data sekunder umumnya berupa bukti, catatan atau laporan yang telah tersusun dalam arsip. Data sekunder dalam penelitian ini berupa pengumpulan data seperti curah hujan dari stasiun hujan yang ada ataupun data pengunjung penelitian lainnya yang dapat diperoleh dari instansi terkait seperti Dinas Bina Marga dan Sumber Daya Air (BMSDA) ataupun instansi lain yang terkait dalam proses penelitian untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian.

### 2.2 Tahap Penelitian

Adapun tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan batas-batas DAS dengan mengacu pada stasiun hidrometri di titik control pada DAS yang ditinjau.
2. Mengukur luas DAS.
3. Mengukur panjang sungai..
4. Menghitung parameter hidrograf satuan DAS.
5. Menganalisis frekuensi hujan sesuai dengan jenis sebarannya berdasarkan parameter statistic.
6. Menentukan curah hujan rancangan.
7. Melakukan uji kesesuaian distribusi frekuensi.
8. Menghitung debit banjir rancangan dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama I untuk kala ulang yang ditentukan.
9. Menghitung tinggi muka air dengan menggunakan program aplikasi Hec-Ras



10. Menentukan tinggi tanggul yang dibutuhkan untuk penanggulangan banjir yang terjadi didaerah Desa Petapahan.

### 2.3 Teknik Analisa Data

Untuk menganalisa data yang telah diperoleh menggunakan persamaan dari metode yang digunakan yaitu metode hidrograf satuan sintetik Gama I. Untuk mempermudah proses pengolahan data nantinya dapat menggunakan perangkat lunak yaitu *Microsoft excel*, *Arc-gis*, *Hec-ras*, *Geo.slope*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Penentuan Daerah Aliran Sungai

Besarnya daerah aliran sungai sangat menentukan besarnya debit yang dihasilkan oleh suatu sungai, mak perlu ditinjau lebih awal adalah data luasan daerah aliran sungai untuk mengetahui banyaknya air (debit air) yang tersedia. Dalam praktek, penetapan batas DAS ini sangat diperlukan untuk menetapkan batas-batas DAS yang akan dianalisis penetapan ini mudah dilakukan dari peta topografi untuk bagian sungai sebelah hulu. Peta topografi merupakan peta yang memuat keterangan tentang suatu wilayah tertentu. Dalam menentukan batas daerah aliran sungai, pada peta dapat ditarik garis yang menghubungkan titik-titik yang memiliki elevasi kontur tertinggi disekeliling sungai utama yang dimaksudkan, dan masing-masing titik tersebut dihubungkan satu dengan yang lainnya hingga membentuk garis utuh yang bertemu ujung pangkalnya. Garis tersebut merupakan batas daerah aliran sungai yang ditinjau tersebut. Dilapangan batas daerah aliran sungai ini berupa punggung-punggung bukit dimana awal air hujan mengalir menuju sungai tersebut. Daerah Aliran Sungai Petapahan ditentukan dengan mengambil titik-titik tertinggi disekeliling sungai utama. Peta topografi Daerah Aliran Sungai Petapahan datanya diambil menggunakan GPS (Global Position System) kemudian didigitasi menggunakan software ArcGis.

Peta DAS Petapahan dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 1. Peta DAS Petapahan**

**Sumber : (Peta Dasar, 2017)**



### 3.2 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan DAS

Daerah Aliran Sungai Petapahan merupakan DAS yang relatif kecil yaitu dengan luas hanya 2,683 km<sup>2</sup> dan juga disebabkan oleh jumlah stasiun pengamatan hujan yang terbatas serta jarak antar stasiun pengamatan yang cukup jauh, sehingga dalam hasil pengamatan hanya terdapat stasiun hujan pada desa Toar yang memberikan pengaruh pada lokasi studi serta didukung oleh kelengkapan dari data curah hujan pada stasiun tersebut.

Sebelum menghitung besarnya curah hujan rencana, data yang dibutuhkan harus diperoleh terlebih dahulu. Data yang dibutuhkan adalah luas DAS dan data curah hujan maksimum tahunan yang diperoleh dari stasiun hujan terdekat dengan daerah aliran sungai. Data hujan diambil dari arsip Balai Pertanian Gunung Toar dengan data terlengkap pada pengamatan hujan yang berada didaerah Gunung Toar yaitu sejak tahun 2008 hingga tahun 2017. Setiap tahun data hujan diambil 1 data hujan maksimum sehingga dimiliki 10 data hujan maksimum selama 10 tahun terakhir.

**Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan DAS Petapahan**

Data curah hujan maksimum tahunan										
Bulan	Tahun (Hujan dalam mm)									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	43	20	67	53	72	32	21,5	30	72	60
Februari	37	66	105,5	91,5	27	50	23	30	27	74,4
Maret	78	64	65	61	81	21	29	30	81	35
April	58	36	118	50	27	23	43	30	27	62,5
Mei	18	74	42	106	63	83	93	83	63	69,5
Juni	34	27	27	54	58	93	19	6,4	58	110
Juli	56	24	26	59	31	26	14	1	31	25
Agustus	47	67	76	34	92	109	114	87	92	50
September	66	66	103	34	59	21	21	5,5	59	30
Oktober	79,6	37	107	109	27	53	25	12,2	27	25
November	38	55	65	120	110	97	21	105,3	106	49
Desember	33	48	72	121	27	41	60	42	27	68
<b>Curah Hujan Max</b>	<b>79,6</b>	<b>74</b>	<b>118</b>	<b>121</b>	<b>110</b>	<b>109</b>	<b>114</b>	<b>105,3</b>	<b>106</b>	<b>110</b>

Sumber : Balai Pertanian Gunung Toar



### 3.3 Perhitungan Curah Hujan Rancangan

#### A. Paramter Statistik

Dalam analisis statistik data, terdapat parameter-parameter yang akan membantu dalam menentukan jenis sebaran yang tepat dalam menghitung besarnya hujan rencana. Data diurut dari yang tertinggi hingga data yang terendah. Analisis parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidologi yaitu *central tendency (mean)*, simpangan baku (*standar deviasi*), koefisien variasi, kemencengan dan koefisien puncak (*kutosis*). Untuk mempermudah proses analisis digunakan formula perhitungan statistik pada program perangkat lunak *microsoft excel*. Dari hasil perhitungan statistik data hujan maksimum maka diperoleh parameter sebagai berikut :

**Tabel 2. Perhitungan Parameter Statistik**

Hitungan Statistik Hujan Maksimum DAS Petapahan			
m	P = m/(n+1)	Tahun	Hujan (mm)
1	0,091	2011	121
2	0,182	2010	118
3	0,273	2014	114
4	0,364	2012	110
5	0,455	2017	110
6	0,545	2013	109
7	0,636	2016	106
8	0,727	2015	105,5
9	0,818	2008	79,6
10	0,909	2009	74
Jumlah Data =			10
Nilai Rerata =			104,69
Standar Deviasi =			15,557
Koefisien kemencengan =			-1,357
Koefisien Kutosis =			0,148
Koefisien Variasi =			4,724

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan rata-rata data (*mean*) :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$



$$= \frac{1046,9}{10}$$

$$= 104,69 \text{ mm}$$

Simpangan baku (standar deviasi) :

$$S = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{0,5}$$

$$= \left[ \frac{2178,289}{(10-1)} \right]^{0,5}$$

$$= 15,557$$

Koefisien Kemencengan (*Skewness*)

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$$

$$= \frac{10}{(10-1)(10-2)(15,557)^3} (-36814,93032)$$

$$= -1,357$$

Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4$$

$$= \frac{10^2}{(10-1)(10-2)(10-3)(15,557)^4} (1395010,8)$$

$$= 0,148$$

Koefisien Variasi

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{15,557}{104,69} = 4,724$$

### B. Pemilihan Jenis Sebaran

Untuk pemilihan jenis sebaran dari hasil perhitungan parameter statistik data hujan maksimum maka sesuai dengan syarat parameter statistik distribusi maka diasumsikan data terdistribusi Log Person Tipe III sesuai dengan tabel perhitungan dibawah ini :

**Tabel 3. Syarat Parameter Distribusi**

jenis distribusi	persyaratan	Hasil
Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$	$C_s = -1,35$ $C_k = 4,72$
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6$ $+15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	$C_s = 0,44$ $C_k = 3,36$
Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	$C_s = -1,35$ $C_k = 4,72$
Log Person Tipe III	selain data diatas	

Sumber : Hasil Perhitungan



**C. Uji Kecocokan Sebaran (Uji Chi Square)**

Untuk membuktikan kebenaran sebaran data tersebut maka harus dilakukan uji kecocokan dalam hal ini digunakan uji chi square. Dalam uji chi square ini akan dilakukan pengujian terhadap beberapa aplikasi metode distribusi hujan yang biasa digunakan, kemudian dipilih salah satu metode distribusi hujan yang paling cocok untuk jenis sebaran. Dengan menggunakan persamaan uji chi square berikut :

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(Ef - Of)^2}{Ef}$$

Jumlah Kelas :

$$\begin{aligned} k &= 1 + 3,322 \cdot \text{Log } n \\ &= 1 + 3,322 \cdot \text{Log } (10) \\ &= 4,322 \approx 4 \text{ kelas} \end{aligned}$$

Derajat Kebebasan :

$$\begin{aligned} DK &= k - (p + 1) \\ &= 4 - (2 + 1) \\ &= 1 \end{aligned}$$

Frekuensi yang diharapkan :

$$Ef = \frac{n}{k} = \frac{10}{4} = 2,5$$

Interval Kelas :

$$\Delta X = \frac{(X \text{ maks} - X \text{ min})}{k - 1} = \frac{(121 - 74)}{4 - 1} = 15,666667 \approx 16$$

Nilai batas bawah kelas :

$$\begin{aligned} X_{awal} &= X \text{ min} - \frac{1}{2} \Delta X \\ &= 74 - \frac{1}{2} (16) \\ &= 66 \end{aligned}$$

Nilai batas atas kelas :

$$\begin{aligned} X_{akhir} &= X_{awal} + \Delta X \\ &= 66 + 16 \\ &= 82 \end{aligned}$$

Syarat yang harus dipenuhi yaitu chi kuadrat hasil perhitungan harus lebih kecil dari chi kritik pada tabel. Hasil perhitungan uji kecocokan chi square hujan maksimum DAS petapahan dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4. Uji Chi Square untuk metode Log Person Tipe III**

No	Kemungkinan	Ef	Of	Ef-Of	(Ef-Of)/Ef
1	66 < x < 82	2,5	2	0,5	0,2



2	82 < x < 98	2,5	0	2,5	1
3	98 < x < 114	2,5	5	-2,5	-1
4	114 < x < 130	2,5	3	-0,5	-0,2
		10	10	Chi Kuadrat =	0
DK =					1
Chi Kritis =					3,481

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil tabel perhitungan diatas diketahui bahwa nilai Chi Kuadrat < Chi Kritis, sehingga asumsi jenis distribusi metode Log Person Tipe III dapat diterima.

**D. Hujan Rencana Untuk Kala Ulang**

Menggunakan persamaan untuk distribusi Log Person Tipe III dengan nilai Kt berdasarkan tabel Log Person Tipe III adalah sebagai berikut :

$$\text{Log } X_i = \text{Log } X_{rt} + k.S$$

**Tabel 5. Perhitungan Metode Log Person Tipe III**

Tahun	xi = Hujan (mm)	Log X	(Log Xi-Log X)^2	(Log Xi-Log X)^3
2008	79,6	1,901	0,01301	-0,0014836
2009	74	1,869	0,02124	-0,0030952
2010	118	2,072	0,00324	0,0001844
2011	121	2,083	0,00460	0,0003119
2012	110	2,041	0,00070	0,0000185
2013	109	2,037	0,00050	0,0000113
2014	114	2,057	0,00176	0,0000738
2015	105,3	2,022	0,00006	0,0000004
2016	106	2,025	0,00011	0,0000011
2017	110	2,041	0,00070	0,0000185
Jumlah	1046,9	20,150	0,04591	-0,0039590
Rata-Rata	104,69	2,015	0,004591	-0,00040
Standar Deviasi	0,071420609			

Sumber : Hasil Perhitungan

Koefisien Kemencengan :

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } X_{rt})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$





$$= \frac{10 (-0,00040)}{(10-1)(10-2)(0,071420609)^3}$$

$$= -0,2$$

**Tabel 6. Nilai Kt berdasarkan perhitungan nilai Cs Log Person Tipe III**

Periode Ulang	Cs	Kt
2	-0,2	0,033
5	-0,2	0,850
10	-0,2	1,258
25	-0,2	1,680
50	-0,2	1,945
100	-0,2	2,178

Sumber : Suripin 2004

Untuk kala ulang 2 tahun ( X<sub>2</sub> ) dengan nilai Kt 0,033, maka :

$$\text{Log } X_2 = 2,015 + (0,033 \cdot 0,071420609)$$

$$\text{Log } X_2 = 2,017$$

$$X_2 = 103,99 \text{ mm}$$

Untuk kala ulang 5 tahun ( X<sub>5</sub> ) dengan nilai Kt 0,850, maka :

$$\text{Log } X_5 = 2,015 + (0,850 \cdot 0,071420609)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,076$$

$$X_5 = 119,12 \text{ mm}$$

Untuk kala ulang 10 tahun ( X<sub>10</sub> ) dengan nilai Kt 1,258, maka :

$$\text{Log } X_{10} = 2,015 + (1,258 \cdot 0,071420609)$$

$$\text{Log } X_{10} = 2,105$$

$$X_{10} = 127,35 \text{ mm}$$

Untuk kala ulang 25 tahun ( X<sub>25</sub> ) dengan nilai Kt 0,1,680, maka :

$$\text{Log } X_{25} = 2,015 + (1,680 \cdot 0,071420609)$$

$$\text{Log } X_{25} = 2,135$$

$$X_{25} = 136,45 \text{ mm}$$

Untuk kala ulang 50 tahun ( X<sub>50</sub> ) dengan nilai Kt 1,945, maka :

$$\text{Log } X_{50} = 2,015 + (1,945 \cdot 0,071420609)$$

$$\text{Log } X_{50} = 2,154$$

$$X_{50} = 142,56 \text{ mm}$$

Untuk kala ulang 100 tahun ( X<sub>100</sub> ) dengan nilai Kt 2,178, maka :

$$\text{Log } X_{100} = 2,015 + (2,178 \cdot 0,071420609)$$

$$\text{Log } X_{100} = 2,171$$

$$X_{100} = 148,25 \text{ mm}$$



Tabel 7. Perhitungan Kala Ulang Hujan Maksimum DAS Petapahan

Periode Ulang	Cs	Kt	Log X	Hujan Rencana (Xt)
2	-0,2	0,033	2,017	103,99 mm
5	-0,2	0,850	2,076	119,12 mm
10	-0,2	1,258	2,105	127,35 mm
25	-0,2	1,680	2,135	136,45 mm
50	-0,2	1,945	2,154	142,56 mm
100	-0,2	2,178	2,171	148,25 mm

Sumber : Hasil Perhitungan

### E. Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Data hujan digunakan untuk menghitung curah hujan dengan berbagai periode ulang (curah hujan rencana) adalah hujan harian maksimum tahunan. Hal ini mengakibatkan curah hujan yang diperoleh adalah curah hujan limpasan dengan metode unit *Hydrograf Syntetic* (Hydrograf satuan Sintetik), yang diperlukan pola distribusi hujan jam-jaman yang meliputi : Durasi hujan dan distribusi hujan jam-jaman.

Perhitungan intensitas curah hujan ini menggunakan Metode Dr. Moonobe. Untuk itu digunakan pendekatan persamaan intensitas curah hujan dengan metode *Alternating Block Method* (ABM) sebagai berikut :

$$I_T^t = \frac{R_{24}^T}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}}$$

yang dimodifikasi menjadi persamaan sebagai berikut :

$$R_i = \frac{R_{24}^T}{tc} \left(\frac{tc}{t_i}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Untuk menentukan waktu konsentrasi (tc) sesuai persamaan yang dibutuhkan parameter DAS sebagai berikut :

L = panjang sungai utama = 5,344 km

$$S = \text{kemiringan dasar sungai} = \frac{\text{elevasi hulu} - \text{elevasi hilir}}{\text{panjang sungai}}$$

$$= \frac{69 - 52}{5344}$$

$$= 0,003181$$

Dalam *Alternating Block Method* (ABM) hujan dihitung berdasarkan waktu konsentrasi yang dihitung dengan persamaan *Kirpich* sebagai berikut :

$$tc = 3,97 \times L^{0,77} \times S^{-0,385}$$

$$tc = 3,97 \times 5,344^{0,77} \times 0,003181^{-0,385}$$

$$= 132,0545 \text{ menit} \approx 2,2 \text{ jam} \approx 2 \text{ jam}$$

Intensitas hujan untuk kala ulang 2 tahun berdasarkan persamaan *Alternating Block Method* (ABM) adalah sebagai berikut :

$$I_1 = \frac{104}{2} \left(\frac{2}{1}\right)^{\frac{2}{3}} = 82,54 \text{ mm}$$

$$I_2 = \frac{104}{2} \left(\frac{2}{2}\right)^{\frac{2}{3}} = 52 \text{ mm}$$

$$\Delta R1 = 1. (82,54) - (1 - 1)(0,00) = 82,54 \text{ mm}$$

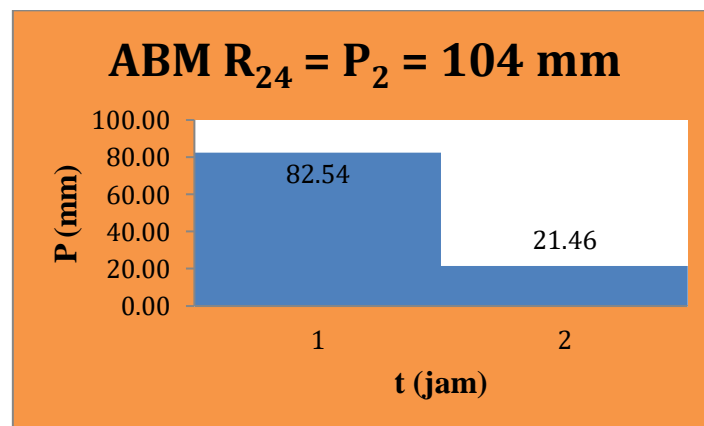
$$\Delta R2 = 1. (52) - (2 - 1)(82,54) = 21,46 \text{ mm}$$

**Tabel 8. Perhitungan ABM dengan  $R_{24} = P_5 = 104 \text{ mm}$**

T	I	R	$\Delta R$	ABM	%
1	82,54	82,54	82,54	82,54	79,366
2	52	104	21,46	21,46	20,634
total =				104,00	100

Sumber : Hasil Perhitungan

Penggambaran intensitas curah hujan dengan ABM untuk kala ulang 2 tahun dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 2. Diagram Distribusi Hujan ABM dengan  $P_2 = 104 \text{ mm}$**

Sumber : Hasil Perhitungan

Intensitas hujan untuk kala ulang 5 tahun berdasarkan persamaan *Alternating Block Method* (ABM) adalah sebagai berikut :

$$I_1 = \frac{119}{2} \left(\frac{2}{1}\right)^{\frac{2}{3}} = 94,45 \text{ mm}$$

$$I_2 = \frac{119}{2} \left(\frac{2}{2}\right)^{\frac{2}{3}} = 59,5 \text{ mm}$$

$$\Delta R1 = 1. (94,45) - (1 - 1)(0,00) = 94,45 \text{ mm}$$

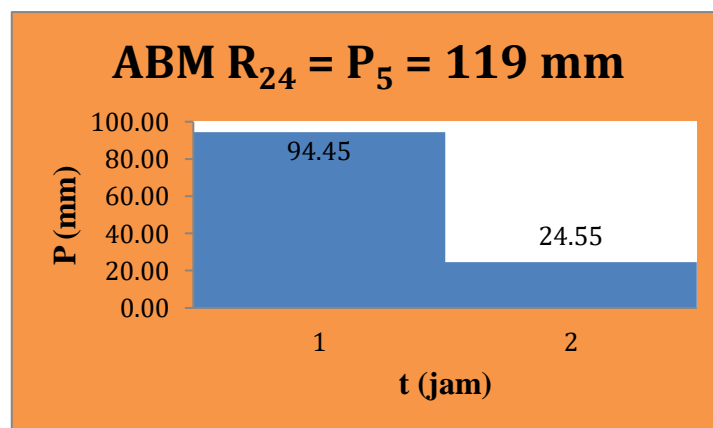
$$\Delta R2 = 1. (59,5) - (2 - 1)(94,45) = 24,55 \text{ mm}$$

**Tabel 9. Perhitungan ABM dengan  $R_{24} = P_5 = 119$  mm**

T	I	R	$\Delta R$	ABM	%
1	94,45	94,45	94,45	94,45	79,370
2	59,5	119	24,55	24,55	20,630
total =				119,00	100

Sumber : Hasil Perhitungan

Penggambaran intensitas curah hujan dengan ABM untuk kala ulang 5 tahun dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 3. Diagram Distribusi Hujan ABM dengan  $P_5 = 119$  mm**  
Sumber : Hasil Perhitungan

Intensitas hujan untuk kala ulang 10 tahun berdasarkan persamaan *Alternating Block Method* (ABM) adalah sebagai berikut :

$$I_1 = \frac{127}{2} \left(\frac{2}{1}\right)^{\frac{2}{3}} = 100,80 \text{ mm}$$

$$I_2 = \frac{127}{2} \left(\frac{2}{2}\right)^{\frac{2}{3}} = 63,50 \text{ mm}$$

$$\Delta R_1 = 1 \cdot (100,80) - (1 - 1)(0,00) = 100,80 \text{ mm}$$

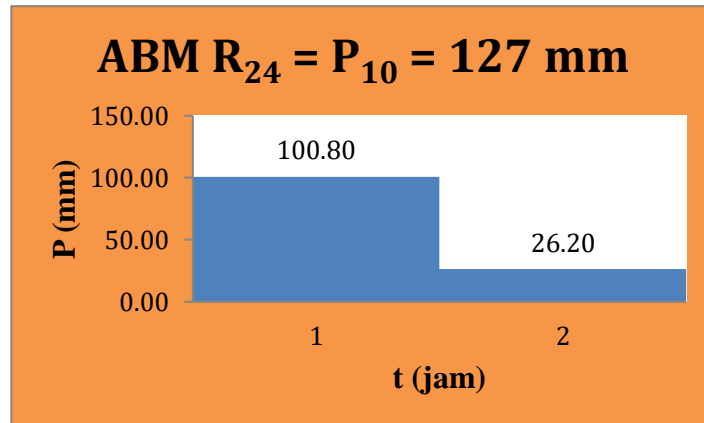
$$\Delta R_2 = 1 \cdot (63,50) - (2 - 1)(100,80) = 24,55 \text{ mm}$$

**Tabel 10. Perhitungan ABM dengan  $R_{24} = P_{10} = 127$  mm**

T	I	R	$\Delta R$	ABM	%
1	100,80	100,80	100,80	100,80	79,370
2	63,5	127	26,20	26,20	20,630
total =				127,00	100

Sumber : Hasil Perhitungan

Penggambaran intensitas curah hujan dengan ABM untuk kala ulang 10 tahun dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4. Diagram Distribusi Hujan ABM dengan  $P_{10} = 127$  mm  
Sumber : Hasil Perhitungan

Intensitas hujan untuk kala ulang 25 tahun berdasarkan persamaan *Alternating Block Method* (ABM) adalah sebagai berikut :

$$I_1 = \frac{136}{2} \left(\frac{2}{1}\right)^{\frac{2}{3}} = 107,94 \text{ mm}$$

$$I_2 = \frac{136}{2} \left(\frac{2}{2}\right)^{\frac{2}{3}} = 68,00 \text{ mm}$$

$$\Delta R_1 = 1 \cdot (107,94) - (1 - 1)(0,00) = 107,94 \text{ mm}$$

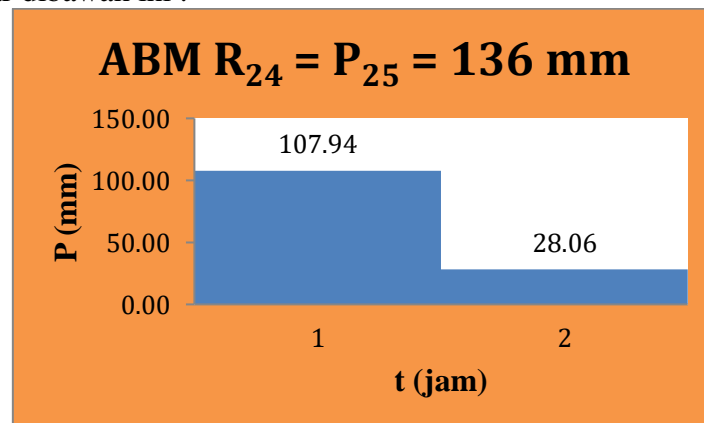
$$\Delta R_2 = 1 \cdot (68,00) - (2 - 1)(107,94) = 28,06 \text{ mm}$$

Tabel 11. Perhitungan ABM dengan  $R_{24} = P_{25} = 136$  mm

T	I	R	$\Delta R$	ABM	%
1	107,94	107,94	107,94	107,94	79,370
2	68	136	28,06	28,06	20,630
total =				136,00	100

Sumber : Hasil Perhitungan

Penggambaran intensitas curah hujan dengan ABM untuk kala ulang 25 tahun dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 5. Diagram Distribusi Hujan ABM dengan  $P_{25} = 136$  mm  
Sumber : Hasil Perhitungan

Intensitas hujan untuk kala ulang 50 tahun berdasarkan persamaan *Alternating Block Method* (ABM) adalah sebagai berikut :

$$I_1 = \frac{143}{2} \left(\frac{2}{1}\right)^{\frac{2}{3}} = 113,50 \text{ mm}$$

$$I_2 = \frac{143}{2} \left(\frac{2}{2}\right)^{\frac{2}{3}} = 71,50 \text{ mm}$$

$$\Delta R1 = 1. (113,50) - (1 - 1)(0,00) = 113,50 \text{ mm}$$

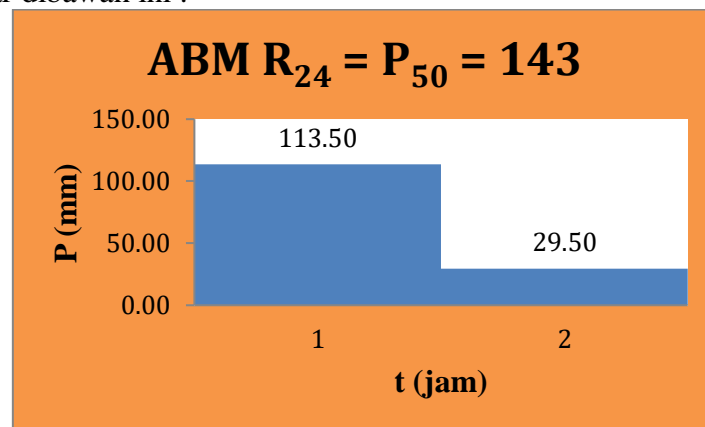
$$\Delta R2 = 1. (71,50) - (2 - 1)(113,50) = 29,50 \text{ mm}$$

**Tabel 12. Perhitungan ABM dengan  $R_{24} = P_{50} = 143 \text{ mm}$**

T	I	R	$\Delta R$	ABM	%
1	113,50	113,50	113,50	113,50	79,370
2	71,5	143	29,50	29,50	20,630
total =				143,00	100

Sumber : Hasil Perhitungan

Penggambaran intensitas curah hujan dengan ABM untuk kala ulang 50 tahun dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 6. Diagram Distribusi Hujan ABM dengan  $P_{50} = 143 \text{ mm}$**

Sumber : Hasil Perhitungan

Intensitas hujan untuk kala ulang 100 tahun berdasarkan persamaan *Alternating Block Method* (ABM) adalah sebagai berikut :

$$I_1 = \frac{148}{2} \left(\frac{2}{1}\right)^{\frac{2}{3}} = 117,47 \text{ mm}$$

$$I_2 = \frac{148}{2} \left(\frac{2}{2}\right)^{\frac{2}{3}} = 74,00 \text{ mm}$$

$$\Delta R1 = 1. (117,47) - (1 - 1)(0,00) = 117,47 \text{ mm}$$

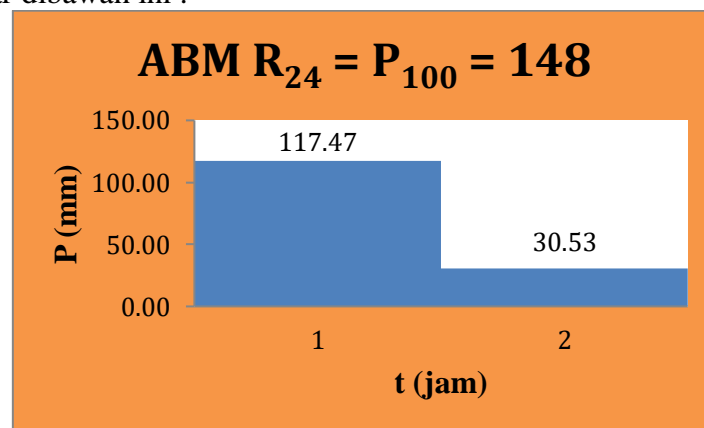
$$\Delta R2 = 1. (74,00) - (2 - 1)(117,47) = 30,53 \text{ mm}$$

Tabel 13. Perhitungan ABM dengan  $R_{24} = P_{100} = 148$  mm

T	I	R	$\Delta R$	ABM	%
1	117,47	117,47	117,47	117,47	79,370
2	74	148	30,53	30,53	20,630
total =				148,00	100

Sumber : Hasil Perhitungan

Penggambaran intensitas curah hujan dengan ABM untuk kala ulang 100 tahun dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 7. Diagram Distribusi Hujan ABM dengan  $P_{100} = 148$  mm**  
Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4. PENUTUP

##### 4.1 Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan data curah hujan maksimum tahunan untuk DAS Petapahan didapat hujan rancangan untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun adalah 103,99 mm, 119,12 mm, 127,35 mm, 136,45 mm, 142,56 mm, 148,25 mm.
2. Berdasarkan perhitungan curah hujan rancangan untuk debit banjir rancangan DAS Petapahan berdasarkan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun adalah 28,58 m<sup>3</sup>/detik, 33,42 m<sup>3</sup>/detik, 35,47 m<sup>3</sup>/detik, 38,56 m<sup>3</sup>/detik, 40,39 m<sup>3</sup>/detik, 42,79 m<sup>3</sup>/detik.
3. Berdasarkan hasil perhitungan aplikasi *Hec-Ras* diketahui tinggi muka air yang melewati tebing sebesar 15 cm dimana tinggi tebing sungai petapahan 100 cm. Maka untuk pembangunan tanggul penahan banjir dapat diketahui dimensinya sebagai berikut : Tinggi tanggul: 100 cm, Lebar mercu: 300 cm, Kemiringan : 1:2, Lebar Tanggul: 500 cm. Dari hasil perhitungan *Geo-Slope* diatas untuk Metode Bishop angka Faktor Keamanannya > 1. Untuk tanah granuler yang mempunyai sudut geser 33 derajat memiliki angka keamanan : 0,770 sedangkan untuk tanah granuler yang mempunyai sudut geser 38 derajat memiliki angka keamanan : 1,790. Jadi untuk keamanan tanggul dapat dipakai tanah granuler dengan sudut geser 38 derajat.



#### 4.2. Saran

Perhitungan sudah sampai pada dimensi tanggul dan dapat dilanjutkan pada perhitungan untuk bagian struktur tanggul itu sendiri pada penelitian berikutnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] BR, Sri Harto.(1993). *Analisis Hidrologi*.Jakarta:Gramedia Pustaka Utama.
- [2] Linsley, et.Al.(1982).*Hidrologi Untuk Insinyur*. Edisi ketiga.Penerbit Erlangga.Jakarta
- [3] Seyhan E.(1997).*Fundamentals of Hydrology*. Terjemahan.S.Subagyo. 1993. *Dasar-Dasar Hidrologi*.Cetakan kedua.Gajah Mada Univ. Press. Yogyakarta.280 pp
- [4] Sherman, L K.(1932).*Streamflow from Rainfall by the Unit-Graph Method*,Eng. News-Rec.,vol1108,pp.501-505
- [5] Suripin. (2004).*Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*.Penerbit Andi Offet, Yogyakarta
- [6] Soemarto, C.D.(1999).*Hidrologi Teknik*. Penerbit Erlangga, Jakarta
- [7] Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Penerbit Nova. Bandung
- [8] Sosrodarsono, Suyono.(1994).*Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*.PT Pradya Paramita, Jakarta
- [9] Triatmodjo, Bambang. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offet. Yogyakarta
- [10] Viessman, et.Al.(1989). *Introduction to Hydrology,3rd Edition* .Harpercollins Publisher.New York.
- [11] Wilson,E.(1990).*Postmodernism and Society*.London-UK:Macmilan