

---

## ANALISA PENGENDALIAN BANJIR PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) BATU BUSUK (BATANG KURANJI) KOTA PADANG

Oleh :  
Syofyan. Z  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Padang

---

### Abstrak

*Daerah Aliran Sungai (DAS) Batu Busuk merupakan bagian dari Satuan Wilayah Sungai (SWS) Batang Kuranji yang secara administratif berada di wilayah Kota Padang Provinsi Sumatera Barat. Daerah Aliran Sungai (DAS) Batu Busuk bagian hulu merupakan daerah pegunungan dengan topografi bergelombang dan membentuk cekungan di beberapa tempat yang berfungsi sebagai penampung air. Pada bagian hilir daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk merupakan daerah yang relatif datar dan sebagian besar merupakan wilayah pemukiman yang padat penduduk. Di kota Padang, banjir terjadi menyebabkan genangan terjadi di beberapa titik. Hal ini terjadi karena daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk tidak mampu lagi bekerja sebagaimana mestinya untuk menampung debit banjir. Pendapat ini diambil setelah dilakukan beberapa perhitungan. Hal yang pada awalnya dilakukan adalah mengukur curah hujan yang terjadi pada daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk kemudian dari hasil pengukuran curah hujan itu didapatkan debit banjir rencana. Debit banjir ini akan dibandingkan dengan kemampuan daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk yang diambil satu titik pengamatan yang ekstrim pada sta 4+525 didapatkan ruas tersebut tidak mampu menampung debit banjir. Ada beberapa penyebab terjadinya banjir dan salah satunya adalah penampang sungai eksisting yang terlalu kecil. Selain itu, langkah yang dapat diambil adalah normalisasi.*

**Kata kunci :** Banjir, Luapan, Normalisasi

---

### 1. LATAR BELAKANG

Masalah air tidak dapat dipisahkan dengan masalah lingkungan dimana air tersebut mengalir, masyarakat yang hidup pada lingkungan tersebut akan memanfaatkan air sebagai kebutuhannya. Permasalahan yang ada pada sumber air tersebut adalah sarana dan prasarana untuk memenuhi kebutuhan masyarakat meliputi hal-hal yang sangat kompleks dan luas, akan kebutuhan menyangkut lingkungan masyarakat maupun air itu sendiri.

Air sangat dipengaruhi oleh baik buruknya kondisi daerah aliran sungai (DAS), dipengaruhi oleh alam, maupun masyarakat yang memanfaatkan daerah aliran sungai (DAS) tersebut sehingga ada keterkaitan yang sangat erat antara sungai, lingkungan atau daerah aliran sungai (DAS) dan masyarakat.

Daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk bagian hulu merupakan daerah pegunungan dengan topografi bergelombang dan membentuk cekungan di beberapa tempat yang berfungsi sebagai penampung air. Pada bagian hilir merupakan daerah yang relatif datar dan sebagian besar merupakan wilayah pemukiman yang padat penduduk.

Secara umum hal yang terjadi dalam daerah aliran sungai (DAS) yang berpengaruh secara langsung terhadap sungainya sendiri antara lain :

- a. Erosi dapat mengakibatkan pendangkalan terhadap alur sungai.
- b. Pengendalian tumbuhan penutup lahan (pengrusakan dan penggundulan) hutan dapat meningkatkan laju erosi, menurunkan kemampuan daerah aliran sungai (DAS) menahan air sehingga meningkatkan jumlah air aliran permukaan.
- c. Tidak teraturnya pola pengaturan tanah, dapat meningkatkan erosi, maupun jumlah air permukaan.
- d. Penghunian lahan untuk pemukiman pada daerah-daerah yang justru untuk pantaran banjir.

- e. Berubahnya faktor penutup tanah secara global, contohnya hutan menjadi persawahan, hutan menjadi pemukiman dan lain-lain.

Kondisi daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk pada saat ini sangat memprihatinkan, hal ini dikarenakan di daerah hulu banyak areal yang gundul. Debit air yang mengalir pada musim kemarau sangat kecil, sebaliknya pada saat musim hujan debit air cukup besar dan berdampak pada kerusakan tebing sungai serta mengakibatkan banjir pada kawasan padat penduduk.

Beberapa permasalahan pokok yang menyebabkan terjadinya banjir di daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk ini secara garis besar disebabkan oleh:

- Curah hujan yang cukup tinggi.
- Kenaikan muka air mengakibatkan saluran-saluran pembuangan yang ada tidak dapat membuang air buangan ke dalam alursungai tersebut.
- Pendangkalan pada alur sungai yang mengakibatkan berkurangnya kapasitas penampang sungai untuk mengalirkan debit banjir.
- Alih fungsi daerah genangan menjadi lahan pemukiman. Hal ini menyebabkan berkurangnya daerah genangan yang dapat berfungsi sebagai daerah *retarding basin*, sehingga kemungkinan meluapnya air meningkat.

Dari analisa berbagai penyebab banjir diatas, bisa dikelompokkan menjadi dua, yaitu penyebab yang akan mempengaruhi besarnya debit banjir, dan penyebab yang akan mempengaruhi / merubah bentuk penampang. Dan penyebab yang mempengaruhi debit banjir ada tiga, yaitu curah hujan yang tinggi, pengaruh air pasang, dan alih fungsi lahan. Sedangkan penyebab yang mempengaruhi bentuk penampang seperti penyempitan alur sungai, penumpukan sampah dan gulma, kerusakan pada bangunan pengendali banjir, pendangkalan di muara sungai.

Dengan demikian penyebab banjir yang paling utama di daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk, diakibatkan oleh perubahan penampang yang tidak bisa menampung debit banjir yang terjadi. Untuk itu diperlukan penanganan terhadap kapasitas penampang penanganan banjir.

## 2. MAKSUD DAN TUJUAN

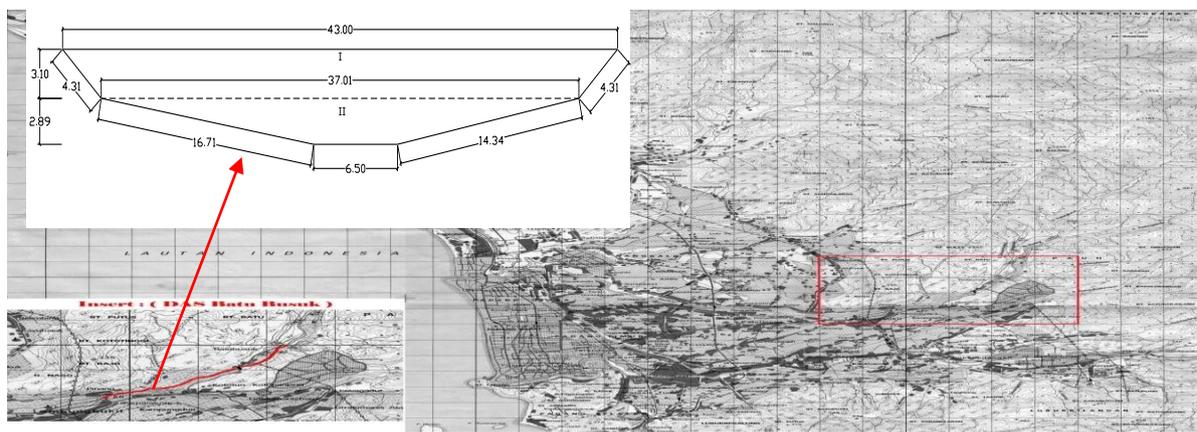
Hal terpenting pada usaha pengendalian banjir daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk ini adalah pengidentifikasian masalah. Dengan pengidentifikasian masalah akan membantu dalam memberikan solusi pemecahan yang ada. Untuk dapat mengidentifikasi masalah yang ada maka perlu diketahui maksud dan tujuan dari pengendalian banjir daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk ini. Maksud untuk membuat suatu sistem pengendalian banjir salah satunya dengan normalisasi sungai.

Tujuan :

- Agar mengetahui Debit Rencana /Banjir
- Membandingkan hasil perhitungan debit banjir maksimum pada penampang existing yang ditinjau (sta 4+525) dengan debit banjir maksimum pada penampang yang telah dinormalisasi.
- 

### 2.1 Lokasi Wilayah Studi

Lokasi studi yang akan dibahas dalam laporan ini adalah daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk pada sta 4+425 yang mengalami genangan akibat banjir.



**Gambar 1:** Peta DAS Batu Busuk (Batang Kuranji) dan Titik Lokasi yang Ditinjau

**2.2 Batasan Masalah**

- a. Normalisasi sungai dengan cara memperluas dan memperdalam penampang yang ada.
- b. Debit rencana yang digunakan untuk normalisasi adalah debit maksimum yang terjadi pada sta 4+525.
- c. Perhitungan debit banjir menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) *Nakayasu*.

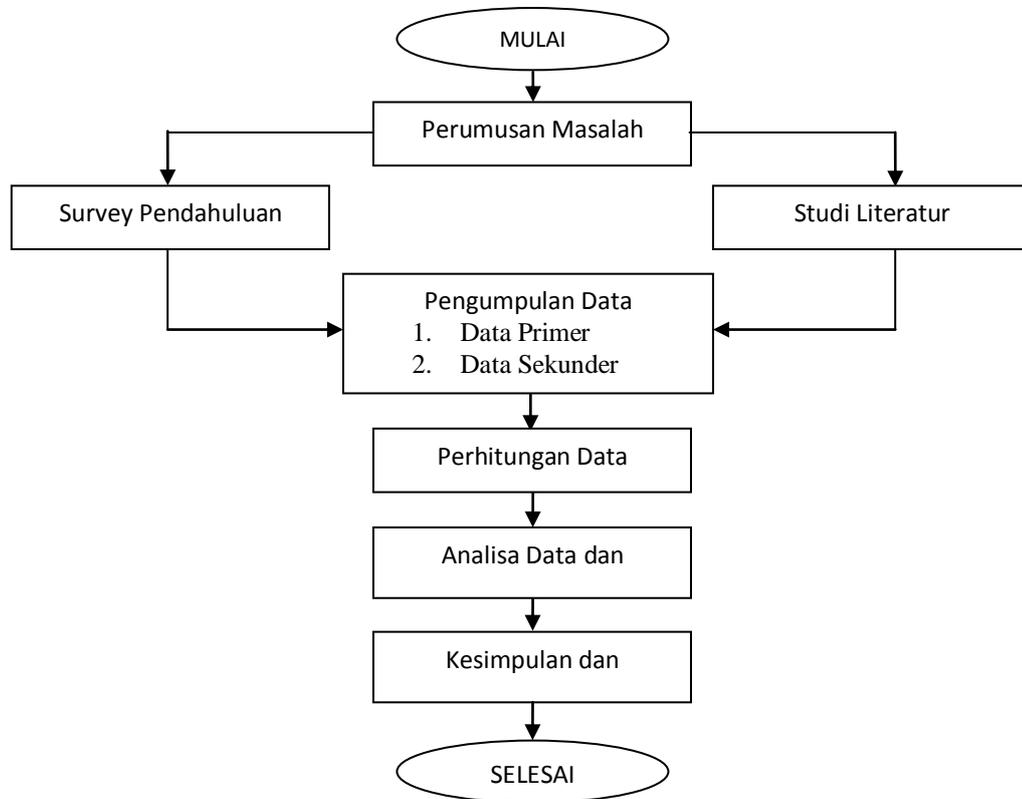
**3. METODOLOGI**

**3.1 Umum**

Mengingat data pengukuran debit sungai yang tersedia tidak mencukupi sehingga debit banjir rencana dapat dihitung dari data curah hujan. Untuk menghitung debit banjir rencana berdasarkan data curah hujan yaitu dengan urutan sebagai berikut:

- a. Menghitung curah hujan harian maksimum tahunan
- b. Menghitung curah hujan rata – rata
- c. Menghitung curah hujan rencana
- d. Menghitung hujan efektif, menghitung debit banjir rencana

**3.2 Tahapan Penelitian**



**3.3 Metoda Pengumpulan Data**

Data-data yang dikumpulkan adalah hasil dari data yang ada dilapangan dan data yang diperoleh dari instansi terkait. Data tersebut adalah data ukur panjang, kemiringan dasar saluran, data curah hujan, data debit banjir, data curah hujan ini di ambil dari tiga stasiun pencatat data curah hujan yaitu Stasiun Ladang Padi, Stasiun Gunung Nago dan Stasiun Batu Busuk.

**3.4 Perhitungan Curah Hujan Rata – Rata**

Cara-cara perhitungan curah hujan rata-rata dari pengamatan curah hujan di beberapa titik ada beberapa metode yaitu :

- a. Metode Rata – rata aljabar
- b. Metode Thiessen

### c. Metode Isohiet

Untuk daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk, ada 3 (tiga) stasiun pengamatan. Stasiun Gunung Nago, Stasiun Ladang Padi dan Stasiun Batu Busuk merupakan stasiun yang mencatat data 10 tahun, cukup untuk analisa probabilitas. Untuk itu ditetapkan data curah hujan stasiun tersebut sebagai data curah hujan rata-rata. Dengan demikian metode tersebut diatas dapat dipergunakan.

### 3.5 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Yang dimaksud dengan curah hujan rencana adalah curah hujan terbesar yang mungkin terjadi dalam suatu daerah pada periode ulang tertentu yang akan dipakai sebagai perhitungan debit banjir rencana. Sebelum mendapat curah hujan rencana, dari grafik probabilitas dari data curah hujan rata-rata, maka perlu dilakukan pemilihan sebaran (agihan) yang cocok dengan seri data tersebut dengan menggunakan parameter statistik seri data hujan rata-rata DAS.

### 3.6 Perhitungan Parameter Statistik

Adapun sebaran (agihan) yang sering digunakan adalah sebagai berikut :

- Sebaran Normal
- Sebaran Log Normal
- Sebaran Log-Pearson tipe III
- Sebaran Gumbel

### 3.7 Pemilihan Jenis Sebaran Data

Untuk memilih sebaran yang cocok bagi suatu data terlebih dahulu dihitung parameter-parameter atau basic statistik. Pada prakteknya data seri tidak dapat memenuhi persis seperti yang diisyaratkan untuk masing-masing jenis sebaran, sehingga diambil yang paling mendekati syarat-syarat tersebut. Setelah diketahui suatu data seri mempunyai parameter yang nilainya mendekati salah satu jenis sebaran, barulah dapat dilakukan analisa kekerapan curah hujan dengan menggunakan jenis sebaran yang paling mendekati syarat-syarat tersebut.

### 3.8 Penggambaran Sebaran

Penggambaran sebaran dilakukan pada kertas probabilitas dimana untuk masing-masing jenis sebaran menggunakan jenis kertas probabilitas yang berbeda.

- Untuk sebaran normal dan log-normal digunakan kertas probabilitas normal.
- Untuk sebaran Log- Pearson Type III digunakan kertas probabilitas log-pearson type III.
- Untuk sebaran Gumbel digunakan kertas Probabilitas Gumbel.

### 3.9 Probabilitas Distribusi Teoritis

Untuk kedalaman hujan, dengan cara menarik garis horizontal pada posisi kedalaman hujan (sisi kiri) di kertas probabilitas Log-Pearson III sampai berpotongan dengan garis teoritis Log-Pearson III, lalu menarik garis vertikal ke arah atas, maka akan didapat harga Probabilitas distribusi teoritis sebesar 0.2 %.

### 3.10 Pengujian Distribusi Frekuensi dengan CHI-SQUARE TEST

Untuk harga  $X^2$  kritis dipergunakan daftar nilai persentil untuk distribusi  $X^2$  (Sumber : Daftar H bolw Metoda Statika, Dr. Sudjana. MA, MSc).

### 3.11 Metode Smirnov – Kolmogrov

Prinsipnya adalah membandingkan simpangan maksimum  $\Delta Cr$  maksimum dari data hasil pengukuran terhadap sebaran teoritiknya, dinyatakan dengan simpangan kritis yang dinyatakan sebagai berikut:

- Banyaknya data (n)
- Taraf nyata ( $\alpha$ )

Karena simpangan maksimum : 0,1400 lebih kecil dari pada simpangan kritis, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa hipotesa log-pearson tipe III dapat diterima.

### 3.12 Distribusi Curah Hujan Jam – jaman

Untuk menghitung aliran-aliran yang mengakibatkan oleh suatu hujan tertentu didalam perhitungan, perlu diketahui terlebih dahulu distribusi intensitas hujan dalam selang waktu tertentu.

## 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisa Hidrologi

#### a) Perhitungan Curah Hujan Rata – rata

Perhitungan curah hujan rata-rata digunakan untuk mengetahui besarnya hujan harian maksimum yang terjadi pada suatu daerah. Dalam penelitian ini, perhitungan curah hujan rata-rata menggunakan metode Thiessen dimana cara ini menggunakan faktor pengaruh daerah yang merupakan perbandingan antara luas yang diwakili oleh luasan satu stasiun penakar dengan luas DAS keseluruhan yang merupakan faktor pembobot atau disebut juga sebagai koefisien Thiessen. Berdasarkan hasil studi sebelumnya, ada tiga stasiun yang berada di sekitar DAS Batu Busuk, yaitu stasiun Ladang Padi, stasiun Gunung Nago dan stasiun Batu Busuk.

**Tabel 4.1.** Perhitungan Koefisien Thiessen

Stasiun Hujan	Area (Km <sup>2</sup> )	W
Ladang Padi	19,90	0,14
Gunung Nago	12,98	0,09
Batu Busuk	107,29	0,77
<b>JUMLAH</b>	140,17	1

Dimana koefisien untuk masing-masing stasiun didapatkan dari rumus :

$$W_i = \frac{A_i}{A_{total}} \quad (1)$$

Dengan Luas total daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk adalah 140,17 km<sup>2</sup>. Untuk perhitungan hujan rata-rata : Misalkan perhitungan hujan pada tahun 2002, tanggal 13 November tercatat curah hujan pada stasiun hujan Ladang Padi adalah 30 mm, stasiun hujan Gunung Nago 0 mm, stasiun Batu Busuk 149 mm, sehingga akan didapatkan nilai hujan rata-rata pada tanggal 13 November 2002 adalah :

$$\begin{aligned} \bar{R} &= W_1.R_1 + W_2.R_2 + W_3.R_3 \\ \bar{R} &= 0,14 . 30 + 0,09 . 0 + 0,77 . 149 \end{aligned} \quad (2)$$

Perhitungan curah hujan seperti contoh diatas dilakukan pada tanggal tertentu dimana salah satu stasiun hujannya memiliki curah hujan tertinggi dalam setiap tahunnya dan dari perhitungan ini akan didapatkan nilai curah hujan rata-rata maksimum.

**Tabel 4.2.** Perhitungan Curah Hujan rata – rata

Tahun	Tanggal	Curah Hujan (mm)						R	R max per tahun
		Ladang Padi		Gunung Nago		Batu Busuk			
		R1	R1.W1	R2	R2.W2	R3	R3.W3		
2005	28-Feb	90,00	12,60	86,80	7,81	75,00	57,75	78,16	183,54
	27-Agust	96,00	13,44	245,60	22,10	155,00	119,35	154,89	
	02-Sep	76,00	10,64	270,20	24,32	192,97	148,59	183,54	
2006	30-Agust	135,00	18,90	135,00	12,15	135,00	103,95	135,00	135,00
	29-Nov	155,00	21,70	75,00	6,75	75,00	57,75	86,20	
2007	23-Jan	65,00	9,10	0,00	0,00	174,13	134,08	143,18	143,18
	23-Feb	65,00	9,10	98,00	8,82	0,00	0,00	17,92	
	17-Jun	75,00	10,50	23,10	2,08	85,00	65,45	78,03	
2008	25-Feb	80,00	11,20	42,80	3,85	95,00	73,15	88,20	134,62
	16-Apr	70,00	9,80	238,80	21,49	0,00	0,00	31,29	
	22-Jul	0,00	0,00	161,80	14,56	155,92	120,06	134,62	
2009	06-Jan	145,00	20,30	40,40	3,64	0,00	0,00	23,94	80,55
	11-Jul	84,00	11,76	22,00	1,98	86,76	66,81	80,55	
	19-Sep	69,50	9,73	196,20	17,66	0,00	0,00	27,39	
2010	24-Feb	109,00	15,26	10,20	0,92	0,00	0,00	16,18	44,73
	27-Mar	0,00	0,00	20,20	1,82	55,73	42,91	44,73	
	13-Okt	0,00	0,00	180,20	16,22	0,00	0,00	16,22	
2011	22-Jun	118,00	16,52	47,80	4,30	37,00	28,49	49,31	113,98
	12-Jul	18,00	2,52	170,20	15,32	115,00	88,55	106,39	
	3-Nov	79,00	11,06	65,00	5,85	126,07	97,07	113,98	
2012	24-Jul	117,00	16,38	0,00	0,00	37,00	28,49	44,87	123,89
	25-Jul	16,00	2,24	74,80	6,73	145,00	111,65	120,62	
	13-Sep	0,00	0,00	140,30	12,63	144,50	111,27	123,89	
2013	17-Nov	0,00	0,00	190,60	17,15	113,00	87,01	104,16	129,36
	03-Des	125,00	17,50	120,00	10,80	11,00	8,47	36,77	
	04-Des	0,00	0,00	0,00	0,00	168,01	129,36	129,36	
2014	18-Apr	15,00	2,10	97,00	8,73	132,57	102,08	112,91	112,91
	28-Okt	14,00	1,96	194,40	17,50	32,00	24,64	44,10	
	30-Okt	125,00	17,50	15,00	1,35	3,00	2,31	21,16	

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari data perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa hujan rata-rata maksimum selama 10 tahun terakhir antara tahun 2005 sampai dengan 2014 menggunakan perhitungan Thiessen Polygon adalah sebesar 120,87mm.

## b) Analisa Distribusi Frekuensi

### 1. Metode Distribusi Gumbel

Dalam metode dilakukan perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan metode distribusi Gumbel dengan periode ulang tertentu periode ulang 10 tahun, maka :

$$y_T = - [ \ln \cdot \ln(10/9) ] = 2,2504$$

$$K = \frac{2,2504 - 0,4952}{0,9496} = 1,8484$$

$$R_t = 120,0865 + 1,8484 \cdot 37,1117 = 188,68 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

**Tabel 4.3.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana untuk periode Ulang (T) dengan Metode Distribusi Gumbel

Tahun	Yt	K	Rt
2	0,3665	-0,1355	115,06
5	1,4999	1,0580	159,35
10	2,2504	1,8484	188,68
25	3,1985	2,8468	225,74
50	3,9019	3,5875	253,22
100	4,6001	4,3228	280,51

Sumber : hasil perhitungan

Dari tabel hasil perhitungan, didapatkan curah hujan rata-rata untuk periode ulang 25 tahun (Rt) adalah sebesar 225,74mm.

## 2. Metode Distribusi Log Pearson Type III

Distribusi Log – Pearson III adalah perkembangan fungsi probabilitas yang dilakukan oleh Pearson sehingga dapat dipakai untuk hampir semua distribusi probabilitas empiris.

Dimana :

$X = \text{Log } R$

$X_r = \text{Rata-rata dari } X$

Untuk nilai K dapat nilai  $C_s = -1,7$  yang didapatkan dari perhitungan sehingga didapatkan nilai K untuk periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun. Perhitungan berikut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 4.4.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Untuk Periode Ulang T Tahun dengan Metode Distribusi Log-Pearson Type III

Periode	K	X	Xt
2	0,268	2,0998	125,84
5	0,808	2,1907	155,13
10	0,97	2,2179	165,18
25	1,075	2,2356	172,03
50	1,116	2,2425	174,79
100	1,14	2,2466	176,42

Sumber : hasil perhitungan

Dari Tabel 4.4  $X_t$  merupakan hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun dengan menggunakan persamaan Log-Pearson III. Contoh kesimpulan yang didapatkan dari perhitungan ini yaitu besarnya curah hujan yang mungkin terjadi dalam periode ulang 25 tahun adalah 172,03 mm.

## c) Uji Distribusi Analisa Frekuensi

### 1. Uji Chi Square

Pengujian ini bermaksud untuk menentukan apakah sebaran yang digunakan cocok dengan sebaran empirisnya. Adapun dua cara untuk mengadakan pengujian kecocokan sebaran :

- Mengurutkan data pengamatan dari besar ke kecil
- Mengelompokkan data K subgroup tiap subgroup minimal 4 data pengamatan.

### 2. Uji Distribusi Analisa Frekuensi Metoda Distribusi Gumbel

Persamaan dasar yang digunakan dalam metode distribusi Gumbel adalah :

$$R_t = \bar{R} + K.Sd$$

Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan Chi-Square pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.5.**Perhitungan Chi-Square untuk metode distribusi Gumbel

No	Nilai Batasan Sub Grup	Jumlah Data		$\sum (O_i - E_i)^2$	$\frac{\sum (O_i - E_i)^2}{E_i}$
		O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>		
1	Rt < 107,99	2	2,5	0,25	0,1
2	107,99 < Rt < 133,67	5	2,5	6,25	2,5
3	133,67 < Rt < 166,11	2	2,5	0,25	0,1
4	Rt > 166,11	1	2,5	2,25	0,9
Total		10	10		3,6

Sumber : hasil perhitungan

Dari tabel diatas dapat disimpulkan :

- a.  $\chi_{kr} = 3,841$
- b.  $\chi^2 = 3,6$
- c.  $\chi_{kr} > \chi^2 \rightarrow$  dapat diterima

maka persamaan metode distribusi Gumbel yang diperoleh dapat diterima untuk menghitung distribusi hujan peluang curah hujan rencana dalam penyusunan perencanaan pengendalian banjir pada daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk ini.

**3. Uji Distribusi Analisa Frekuensi Metoda Distribusi Log Pearson Type III**

Persamaan dasar yang digunakan dalam metode distribusi Log Pearson type III adalah

$$X = \bar{X} + K \cdot Sd \tag{3}$$

Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan *Chi-Square* seperti

**Tabel 4.6.**Perhitungan Chi-Square untuk metode distribusi Log Pearson type III

No	Nilai Batasan Sub Grup	Jumlah Data		$\sum (O_i - E_i)^2$	$\frac{\sum (O_i - E_i)^2}{E_i}$
		O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>		
1	Rt < 1,94	2	2,5	0,25	0,1
2	1,94 < Rt < 2,05	2	2,5	0,25	0,1
3	2,05 < Rt < 2,17	5	2,5	6,25	2,5
4	Rt > 2,17	1	2,5	2,25	0,9
Total		10	10		3,6

Sumber : hasil perhitungan

Dari tabel diatas dapat disimpulkan :

- 1)  $\chi_{kr} = 3,841$
- 2)  $\chi^2 = 3,6$
- 3)  $\chi_{kr} > \chi^2 \rightarrow$  diterima

maka persamaan metode distribusi Log Pearson type III yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung distribusi hujan peluang curah hujan rencana dalam penyusunan perencanaan pengendalian banjir pada daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk ini.

**4. Smirnov Kolmogorov**

Uji ini digunakan untuk menguji simpangan horisontal yaitu selisih/ simpangan maksimum antara distribusi teoritis dan empiris (D maks).

Dengan :

- Jumlah Data = 10
- Nilai rata-rata = 120,09
- Standart Deviasi = 37,1117
- Dmax = 0,11
- Do = 0,41

Karena dari hasil perhitungan didapatkan nilai  $D_o > D_{max}$ , dengan nilai  $D_o = 0,41$  dan nilai  $D_{max} = 0,11$ , sehingga distribusi yang diperoleh dapat diterima untuk menghitung distribusi peluang curah hujan rencana dalam penyusunan analisa pengendalian banjir pada daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk ini. Dari hasil Uji Kecocokan Chi Square dan Smirnov Kolmogorov untuk menentukan persamaan distribusi metode Gumbel dan metode Log Pearson Type III memenuhi uji kecocokan. Dan untuk perhitungan selanjutnya (debit banjir rencana) adalah menggunakan metode Distribusi Log Pearson Type III.

**5. Perhitungan Curah Hujan Efektif Periode Ulang**

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis yang terdiri dari dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Distribusi hujan yang sering terjadi di Indonesia dengan hujan terpusat 5 jam dan koefisien pengaliran sebesar 0,35 berdasarkan hasil perhitungan menggunakan bantuan peta tata guna lahan daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk.

$$T = 1 ; R_t = \frac{R_{24}}{5} \cdot \frac{C}{1} = 0,585 \cdot R_{24}$$

$$T = 2 ; R_t = \frac{R_{24}}{5} \cdot \frac{C}{2} = 0,368 \cdot R_{24}$$

$$T = 3 ; R_t = \frac{R_{24}}{5} \cdot \frac{C}{3} = 0,281 \cdot R_{24}$$

$$T = 4 ; R_t = \frac{R_{24}}{5} \cdot \frac{C}{4} = 0,232 \cdot R_{24}$$

$$T = 5 ; R_t = \frac{R_{24}}{5} \cdot \frac{C}{5} = 0,200 \cdot R_{24}$$

Perhitungan distribusi tinggi hujan efektif periode ulang 25 tahun ditabelkan sebagai berikut:

**Tabel 4.7.** Perhitungan Distribusi Tinggi Hujan Efektif Periode Ulang 25 Tahun

Jam Ke-	Koefisien Rt	C	Periode Ulang	
			25 Tahun	
			Rmax	172,03
			Rt	Re
1	0,59	0,35	100,64	35,22
2	0,15		26,15	9,15
3	0,11		18,41	6,44
4	0,09		14,62	5,12
5	0,07		12,39	4,34

Sumber : hasil perhitungan

Perhitungan Distribusi Hujan dari hasil diatas dipakai untuk perhitungan debit hidrograf satuan *Nakayasu*.

**6. Perhitungan Hidrograf Banjir**

Untuk membuat hidrograf banjir pada sungai - sungai yang tidak ada atau sedikit sekali dilakukan observasi hidrograf banjirnya, maka perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut terlebih dahulu, misalnya waktu untuk mencapai puncak hidrograf, lebar dasar saluran, luas, kemiringan saluran, panjang alur terpanjang, koefisien limpasan, dan sebagainya

Parameter hidrograf:

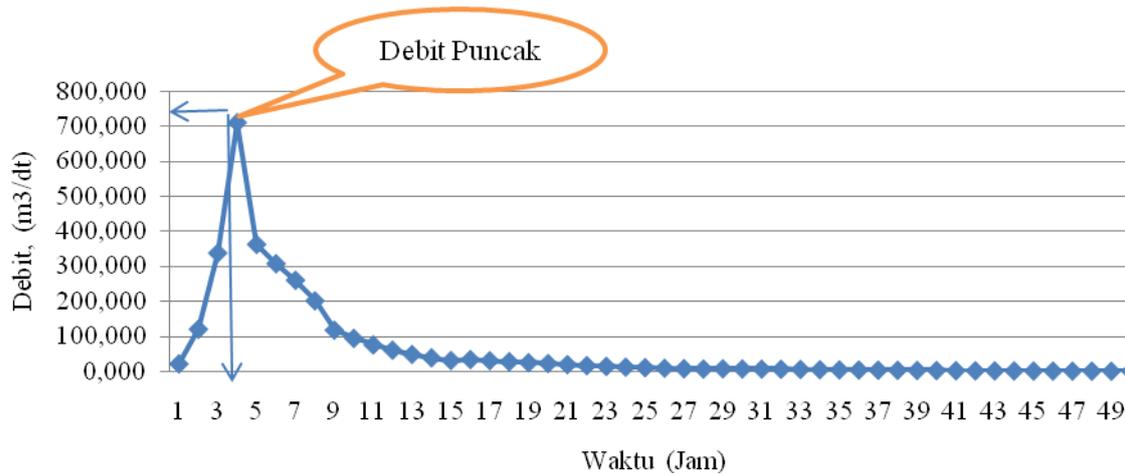
- A = 140,17 km<sup>2</sup>
- L = 24,50 km
- R<sub>0</sub> = 1 mm
- tr = 1 jam

$$\begin{aligned}
 t_g &= 0,4 + 0,058 \times L = 0,4 + 0,058 \times 24,50 = 1,821 \text{ jam} \\
 T_p &= t_g + (0,8 \times t_r) = 1,821 + (0,8 \times 1) = 2,621 \text{ jam} \\
 \alpha &= 3 \text{ (untuk bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat)} \\
 T_{0,3} &= \alpha \times t_g = 3 \times 1,821 = 5,463 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$Q_p = \frac{A \times R_0}{3,6 \times (0,3 \cdot T_p + T_{0,3})} = \frac{140,17 \times 1}{3,6 \times (0,3 \cdot 2,621 + 5,463)} = 6,23 \text{ m}^3/\text{dt}$$

**7. Perhitungan Debit**

Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) debit banjir periode ulang 25 tahun dengan metode *Nakayasu*, didapat debit max sebesar ( $Q = 708,287 \text{ m}^3/\text{detik}$ ) dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



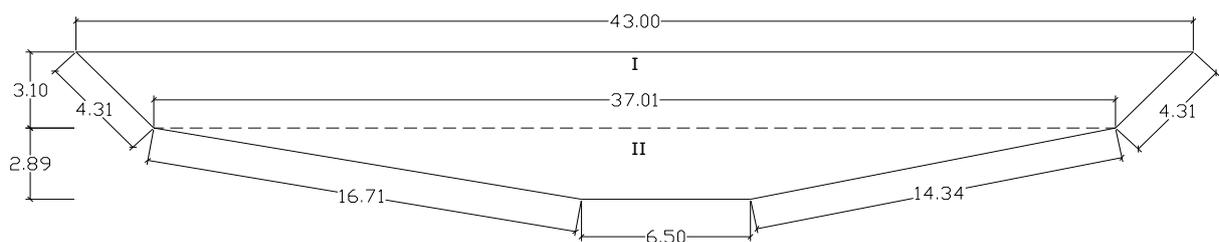
Sumber : hasil perhitungan

Gambar 4.1 Hidrograf Nakayasu dengan periode ulang hujan 25 tahun

**4.2 Analisa Hidrolika**

**a) Analisa Kapasitas Sungai**

Perhitungan Kapasitas sungai dilakukan untuk mengetahui kondisi penampang sungai di lapangan (eksisting). Peninjauan kapasitas sungai dilakukan pada saat air tepat akan meluap (*full bank capacity*). Adapun perhitungan kapasitas sungai saat *full bank capacity* DAS Batu Busuk pada sta 4+525 dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut:



Gambar 4.2. Penampang melintang Das Batu Busuk Pada sta 4+525

$$\text{Luas penampang I} = \frac{1}{2} \cdot (37,01 + 43,00) \cdot 3,10 = 124,02 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas penampang II} = \frac{1}{2} \cdot (6,50 + 37,01) \cdot 2,89 = 62,87 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas Penampang Total} = A_I + A_{II} = 186,89 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling Penampang I} = 4,31 + 4,31 = 8,62 \text{ m}$$

$$\text{Keliling Penampang II} = 16,71 + 14,34 + 6,50 = 37,55 \text{ m}$$

Keliling Penampang Total = 46,17 m  
 Jari – jari Hidrolis (R) =  $\frac{A_{total}}{P_{total}} = 4,05$   
 Kemiringan = 0,0023  
 Kekasaran Manning = 0,035  
 Kapasitas Sungai =  $\frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot I^{0,5} = 592,53 \text{ m}^3/\text{detik}$

**b) Langkah Pengendalian Banjir**

Setelah didapatkan hasil dari analisa kapasitas sungai dari eksisting Daerah Aliran Sungai (DAS) Batu Busuk pada sta 4+525, maka langkah selanjutnya yang diambil adalah merencanakan langkah pengendalian sungai agar kapasitas sungai mampu menampung debit rencana yang terjadi sebesar (**Q = 708,287 m<sup>3</sup>/detik**) sehingga tidak terjadi luapan air pada daerah tersebut.

Maka perlu normalisasi sungai untuk memperbaiki atau menambah kapasitas penampang melintang sungai agar dapat dilewati debit rencana secara aman sehingga tidak menimbulkan kerugian yang berarti. Adapun normalisasi yang akan dilaksanakan adalah memperlebar dan memperdalam penampang sungai. Dengan rencana penampang normalisasi sungai, kemudian tinggi muka air (y) terhadap debit banjir rencana daerah aliran sungai (DAS) Batu Busuk pada sta 4+525 berdasarkan rumus manning. dengan data :

- B : 25 m
- H : 8 m
- Kemiringan Tebing : 1 : 0,375
- Kemiringan saluran : 0,0015
- Kekasaran permukaan : 0,029 (*pasangan batu kali tidak dihaluskan*)

$$A = (B + (B+2 \cdot m \cdot y)) \frac{y}{2}$$

$$= (25 + (25+2 \cdot 0,375 \cdot y)) \frac{y}{2} = \frac{50 + 0,75 \cdot y}{2} \cdot y (25 + 0,375y)y$$

$$P = B + 2 (y \sqrt{1 + m^2}) = 25 + 2 (y \sqrt{1 + 0,375^2}) = 25 + 2 \sqrt{1,14} \cdot Y$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{(25 + 0,375 \cdot y) \cdot y}{25 + 2 \sqrt{1,14} \cdot y}$$

Debit aliran dihitung dengan menggunakan rumus Manning :

$$Q = A \cdot V = A \cdot \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$708,287 = (25+0,375 \cdot y) y \times \frac{1}{0,029} \times \left[ \frac{25 + 0,375 \cdot y \cdot y}{25 + 2 \sqrt{1,14} \cdot y} \right]^{2/3} \times 0,0015^{1/2}$$

Penyelesaian dengan cara trial and error (coba – coba)

y	B	m	n	A	P	R	I	Q
1	25	0,375	0,029	25,38	27,50	0,92	0,0015	32,12
2	25	0,375	0,029	51,50	30,00	1,72	0,0015	98,61
3	25	0,375	0,029	78,38	32,49	2,41	0,0015	188,27
4	25	0,375	0,029	106,00	34,99	3,03	0,0015	296,39
5	25	0,375	0,029	134,38	35,68	3,77	0,0015	434,43
6	25	0,375	0,029	163,50	37,49	4,36	0,0015	582,86
6,99	25	0,375	0,029	193,19	42,47	4,55	1,0015	708,34

Sumber : hasil perhitungan

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan hasil analisa data yang dilakukan disimpulkan sebagai berikut :

- a. Daerah Aliran Sungai (DAS) Batu Busuk cukup luas yaitu : 140,17 Km<sup>2</sup>
- b. Debit maksimum penampang eksisting pada sta 4+525 adalah sebesar  $Q= 708,287 \text{ m}^3/\text{dtk}$  sedangkan kapasitas penampang eksisting tersebut hanya mampu menampung debit air sebesar  $Q= 592,52 \text{ m}^3/\text{dtk}$  sehingga terjadi luapan air sebesar  $Q= 115,757 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .

## 6. SARAN

- a. Agar tidak terjadi luapan air pada sungai maka disarankan dilakukan normalisasi sungai..
- b. Agar masyarakat yang memanfaatkan daerah aliran sungai (DAS) tersebut, menjaga kelestarian hutan, tumbuhan penutup lahan, yang akan meningkatkan kemampuan DAS menahan air sehingga menurunkan jumlah air aliran permukaan.

## DAFTAR PUSTAKA

Br. Sri Harto, 1993, *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Linsley Ray K, 1986, *Teknik Sumber Daya Air Jilid 2*, Erlangga, Jakarta.

Loebis J, 1993, *Hidrologi Sungai*, Departemen Pekerjaan Umum.

SKSNI 03-2159, 1992, *Metode Pengukuran Debit Sungai Direktorat Jenderal Pengairan*, Departemen Pekerjaan Umum.

Subarkah Imam, 1980, *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung.

Wibowo Teguh, 2009, *Pengendalian Banjir Sungai Meduri di Kota Pekalongan*, Tugas Akhir, Universitas Diponegoro, Semarang.

Soewarno, 1995, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid Satu*, Penerbit Nova. Bandung.

Soemarto, CD, 1999, *Hidrologi Teknik Edisi Dua*. Erlangga, Jakarta: