

## ANALISIS BANJIR MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS 4.1.0 (Studi Kasus Sub-DAS Ciberang HM 0+00 - HM 34+00)

Restu Wigati<sup>1)</sup>, Soedarsono<sup>2)</sup>, Tia Mutia<sup>3)</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jenderal Sudirman Km.3 Kota Cilegon – Banten Indonesia

<sup>3)</sup>[timutia1402@yahoo.co.id](mailto:timutia1402@yahoo.co.id)

### INTISARI

Salah satu fenomena alam yang mengancam keberadaan hidup manusia di beberapa wilayah di Indonesia setiap masuk musim penghujan yaitu banjir. Setiap tahun Kabupaten Lebak umumnya mengalami banjir terutama di daerah masyarakat yang bermukim di sepanjang bantaran sungai. Hal ini disebabkan berkurangnya kapasitas penampang sungai sehingga dimensi sungai tidak mampu menampung debit yang ada dan menyebabkan Sungai Ciberang meluap. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui besarnya debit banjir Sungai Ciberang dengan  $Q_{50}$  dan mengidentifikasi daerah rawan banjir serta memberikan solusi masalah banjir yang terjadi di Sungai Ciberang.

Pada Penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder berupa Curah hujan harian selama 19 tahun dan data dimensi penampang melintang sub-DAS Ciberang. Hasil hitungan hujan rencana dengan kala ulang 50 tahun yaitu 105,875 mm, hujan jam-jaman durasi 6 jam dengan durasi puncak pada jam ke 3 yaitu = 57,713 mm sedangkan debit rencana dengan metode HSS SCS didapat nilai debit puncak sebesar 523,174 m<sup>3</sup>/s, adapun dengan menggunakan metode HSS Snyder didapat sebesar 1228,162 m<sup>3</sup>/s, langkah dilanjutkan menggunakan software HEC-RAS 4.1.0 untuk mengetahui kapasitas tampung sungai dengan menggunakan debit Snyder.

Setelah dianalisis menggunakan software, sub-DAS Ciberang tidak dapat menampung debit aliran yang terjadi, oleh karenanya perlu adanya perbaikan sungai berupa normalisasi sungai dan peninggian tanggul.

**Kata kunci** : Debit banjir, HEC-RAS 4.1.0, Metode HSS SCS, Metode HSS Snyder.

### ABSTRACT

*Flood is one of the natural phenomenon that can be threatens the existence of human life in several regions in Indonesia especially in rainy season. Lebak regency is generally experienced floods every year, especially in the living area along the riverbanks. This is caused the reduced of the river capacity so that the cross section of the river dimensions are cannot to accommodate the existing discharge and cause Ciberang River to overflowed. The purpose of this research is to know about the rate of the discharge flood in Ciberang River by using  $Q_{50}$  and to identify the flood-prone areas and also to give the solutions for any problems about flood in Ciberang River.*

*This research uses the secondary data in a form of the data in daily rainfall for 19 years and the cross-section dimensions of Ciberang sub-watersheds. The result of the count rains plan with a return period of 50 years is 105.875 mm, rain with the 6 hours durations there's on the peak position on the third hour is 57.713 mm, while the discharge plan with the method of SCS obtained the peak discharge value is 523.174 m<sup>3</sup>/s and while using HSS Snyder method, it is obtained the peak discharge value is 1228.162 m<sup>3</sup>/s, the next step is using HEC-RAS 4.1.0 software to determine the carrying capacity of the river by using discharge flood Snyder.*

*After analyze using the software, the sub-watershed of Ciberang River cannot accommodate the rate flow that occurred, therefore the rivers need an improvements in the form of normalization and raising the levee river.*

**Keywords**: Discharge flood, HEC-RAS 4.1.0, HSS Snyder method, HSS SCS method.

**1. PENDAHULUAN**

**A. Latar Belakang**

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yang mempunyai sejumlah potensi yang dapat dimanfaatkan bagi kesejahteraan manusia. Salah satu manfaat sungai sebagai sumber air di antaranya adalah sebagai sumber penghidupan dan kehidupan masyarakat yang tinggal disekitar sungai. Salah satu sungai yang berada di Indonesia yaitu Sungai Ciberang yang berada di Provinsi Banten Kabupaten Lebak dengan panjang 51,537 Km dan luas 342 Km<sup>2</sup>.

Salah satu fenomena alam yang mengancam keberadaan hidup manusia di beberapa wilayah di Indonesia setiap masuk musim penghujan yaitu banjir. Setiap tahun Kabupaten Lebak umumnya mengalami banjir terutama di daerah masyarakat yang bermukim di sepanjang bantaran sungai. Banjir di Kabupaten Lebak yang terjadi menimbulkan dampak yang merugikan masyarakat yang dapat menimbulkan korban jiwa maupun kerugian harta. Banjir juga dapat merusak bangunan, lahan pertanian, sarana dan prasarana, lingkungan hidup serta tata kehidupan masyarakat sekitar sungai ciberang yang merupakan Sub-DAS Ciujung. Banjir yang terjadi disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya curah hujan yang tinggi dan berkurangnya kapasitas penampang sungai sehingga dimensi saluran air sungai tidak cukup untuk menampung debit aliran sungai yang ada dan menyebabkan air Sungai Ciberang meluap dan mengenai pemukiman rumah warga. Kondisi seperti ini tentu saja sangat berbahaya bagi warga yang memiliki rumah di pinggir sungai karena lama kelamaan air sungai terus mengikis tanah sebagai pijakan rumah mereka.

Berdasarkan latar belakang yang ada penulis memandang perlu adanya analisa pengendalian banjir di wilayah Sub DAS Ciberang. Analisis dilakukan dengan menggunakan program pemodelan matematik HEC-RAS 4.1.0. HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center's - River Analysis System*). Analisis kapasitas penampang Sungai Ciberang

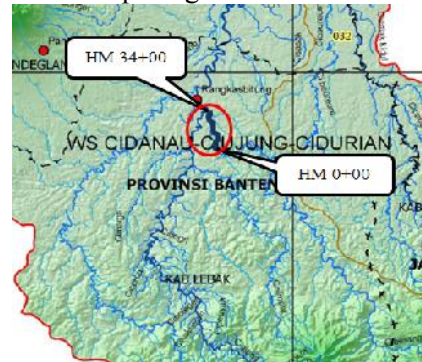
dilakukan pada kondisi sungai yang ada saat ini dengan tujuan untuk mengetahui kapasitas pengaliran maksimum pada masing-masing segmen sungai. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan kala ulang 50 tahun.

**B. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui besarnya debit banjir Sungai Ciberang dengan  $Q_{50}$  dan mengidentifikasi daerah rawan banjir serta memberikan solusi masalah banjir yang terjadi di Sungai Ciberang.

**C. Lokasi Penelitian**

Lokasi yang ditinjau dari penelitian ini terletak di alur Sungai Ciberang Kecamatan Rangkasbitung, Kabupaten Lebak Provinsi Banten. Untuk mengetahui lokasi penelitian seperti diperlihatkan pada gambar 1 berikut ini:



**Gambar 1.** Titik Lokasi yang Ditinjau (Sumber: Hasil Analisa Menggunakan Google Map, 2015)

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

**A. Umum**

Beberapa istilah yang berkaitan dengan sungai menurut **Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 Tentang Sungai** diantaranya:

1. Sungai adalah alur atau wadah air alami dan atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan.
2. Banjir adalah peristiwa meluapnya air sungai melebihi palung sungai.

**B. Curah Hujan**

1. Uji Konsistensi Data

Data hujan disebut konsisten jika data yang terukur dan dihitung adalah teliti dan benar serta sesuai dengan fenomena saat hujan itu terjadi. Metode yang digunakan untuk mengoreksi data dengan cara *Double Mass Curve* (Kurva Massa Ganda) yang menggambarkan grafik hubungan antara curah hujan kumulatif stasiun yang diuji dengan curah hujan kumulatif stasiun disekitarnya.

2. Hujan Kawasan (DAS)

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah dan dinyatakan dalam mm. Data untuk perhitungan curah hujan rata-rata maksimum dari beberapa stasiun menggunakan cara aljabar.

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \quad (1)$$

Keterangan :

R = Curah hujan daerah (mm)

n = Jumlah titik-titik (pos-pos)

pengamatan

(R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, ..., R<sub>n</sub>) = Curah hujan di tiap

titik pengamatan (mm)

**C. Analisa Frekuensi Curah Hujan**

Analisa frekuensi curah hujan diperlukan untuk menentukan jenis sebaran (distribusi) yang mempunyai parameter statistik sebagai berikut :

1. Curah hujan rata-rata ( $\bar{x}$ )

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} \quad (2)$$

Keterangan :

xi = Jumlah Curah Hujan

n = Jumlah data

2. Standar Deviasi (s)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3)$$

3. Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (xi - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(S^3)} \quad (4)$$

4. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{s}{\bar{x}} \quad (5)$$

5. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum (xi - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S^4)} \quad (6)$$

**D. Distribusi Curah Hujan**

Tujuan dari analisa distribusi frekuensi curah hujan adalah untuk memperkirakan besarnya *variate-variate* masa ulang tertentu. Untuk menganalisis probabilitas banjir biasanya dipakai beberapa macam distribusi yaitu:

1. Gumbel

$$X_T = \bar{X} + s.K \quad (7)$$

Keterangan :

X<sub>T</sub> = Besarnya hujan rencana untuk periode ulang T tahun

$\bar{X}$  = Nilai tengah sampel

s = Standar deviasi sampel

K = Faktor frekuensi

2. Log Pearson Type III

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X_r + K \cdot \text{Log } S_x \quad (8)$$

Keterangan :

X<sub>T</sub> = Besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang pada T tahun

K = faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe distribusi frekuensi.

3. Distribusi Normal

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S_d \quad (9)$$

Keterangan :

X<sub>T</sub> = Besarnya hujan rencana untuk periode ulang T tahun

$\bar{X}$  = Nilai tengah sampel

S<sub>d</sub> = Standar deviasi sampel

K<sub>T</sub> = Faktor frekuensi

4. Distribusi Log Normal

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X_r + K \cdot \text{Log } S_x \quad (10)$$

Keterangan :

K = Variabel standart, besarnya bergantung pada koefisien Kemiringan

**E. Uji Kecocokan Distribusi Data**

Untuk menguatkan perkiraan pemilihan distribusi yang diambil, maka dilakukan pengujian distribusi yaitu:

1. Metode *Chi-kuadrat*

$$X^2Cr = \sum_{i=1}^n \frac{(Efi - Ofi)^2}{Efi} \quad (11)$$

Keterangan :

$X^2Cr$  = Harga chi-kuadrat,

Efi = Banyaknya frekuensi yang diharapkan

Ofi = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

n = Jumlah data

2. Metode *Smirnov-Kolmogorov*

$$D = \text{maksimum } |P(Xm) - P'(Xm)| \quad (12)$$

Keterangan :

D = Selisih terbesar antara peluang pengamatan dan peluang teoritis

$P(Xm)$  = Peluang pengamatan

$P'(Xm)$  = Peluang teoritis dan persamaan distribusi yang dipakai.

**F. Distribusi Hujan jam-jaman**

Untuk menghitung hidrograf banjir rancangan dengan hidrograf satuan tertentu perlu diketahui terlebih dahulu distribusi curah hujan jam-jaman dengan interval tertentudengan cara Mononobe (R SNI 03-2415-1991):

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T}\right)^{2/3} \quad (13)$$

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

T = waktu curah hujan (jam)

$R_{24}$  = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

**G. Debit Rencana**

Perhitungan debit rencana sangat diperlukan untuk memperkirakan besarnya debit hujan maksimum yang sangat mungkin pada periode tertentu. Pada penelitian ini menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis *Soil Conservation Servise* (HSS SCS) dan *Snyder*.

1. Metode *Snyder*

$$t_p = C_1(LxLc)^{0.3} \quad (14)$$

$t_p$  = Waktu dari titik berat curah

$$q_p = 2,75 \frac{C_p}{t_p} \quad (15)$$

$q_p$  = Debit maksimum unit hidrograf ( $m^3/s/km^2$ )

$$t_c = \frac{t_p}{5,5} \quad (16)$$

$t_c$  = Lamanya curah hujan efektif

$$t'_p = t_p + 0,25(t_R - t_c) \quad (17)$$

$T_p$  = Waktu penaikan banjir (*time rise to speak*)

$$Q_p = q_p.A \quad (18)$$

$Q_p$  = Debit maksimum total ( $m^3/s$ )

2. Hidrograf Satuan Sintetis *Soil Conservation Servise* (HSS SCS)

$$q_p = \frac{CA}{T_p} \quad (19)$$

$q_p$  = Puncak hidrograf satuan ( $m^3/s$ )

$$t_p = 0,6 Tc \quad (20)$$

$t_p$  = Lama waktu kelambatan (*lag time*)

$$Tc = 0,01947 L^{0,77} S^{-0,385} \quad (21)$$

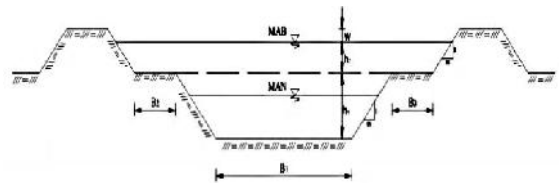
$Tc$  = Waktu konsentrasi (menit)

$$T_p = \frac{t_r}{2} + t_p \quad (22)$$

$T_p$  = Waktu naik (*time of rise*) (jam)

**H. Aspek hidrolika**

Perencanaan penampang melintang diperlukan untuk mendapatkan penampang yang ideal dan efisien dalam penggunaan lahan serta dapat mengalirkan debit air agar tidak sampai meluap ke daerah yang akan dikeringkan.



**Gambar 2.** Sungai Berpenampang Majemuk(Ganda)  
(Sumber : Analisis Penulis, 2015)

$$Q = A \times V \quad (23)$$

$$A = (B + mh)h \quad (24)$$

$$P = B + 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (25)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (26)$$

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) R^{2/3} I^{1/2} \quad (27)$$

Keterangan :

Q = Debit aliran ( $m^3/s$ )

A = Luas penampang basah ( $m^2$ )

V = Kecepatan aliran (m/s)

B = Lebar dasar saluran (m)

h = kedalaman sungai (m)

P = Keliling panampang basah (m)

m = Perbandingan kemiringan

R = Jari-jari hidrolis (m)

I = Kemiringan dasar saluran

n = Koefisien kekasaran dinding Manning

## I. Penanganan Sungai

Konsep pengelolaan sungai ekohidrolik menekankan pentingnya mengelola aliran sungai secara terintegrasi sehingga bisa memelihara sumber daya abiotik dan biotik atau kehidupan biota air. Di Indonesia lebih dikenal konsep *One River, One Plan, One Integrated Management*.

## J. Pemodelan HEC-RAS 4.1.0

Program HEC RAS merupakan paket program dari ASCE (*American Society of Civil Engineers*). HEC-RAS dirancang untuk membuat simulasi aliran satu dimensi. Perangkat lunak ini memberikan kemudahan dengan tampilan grafisnya.

Pada software HEC-RAS ini, dapat ditelusuri kondisi air sungai dalam pengaruh hidrologi dan hidroliknya, serta penanganan sungai lebih lanjut sesuai kebutuhan.

Secara umum perangkat lunak ini menyediakan fungsi-fungsi sebagai berikut:

1. Manajemen File
2. Input data dan pengeditan
3. Analisa Hidraulika
4. Keluaran (tabel, grafik dan gambar)

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Teknik dan Pengumpulan Data

#### 1. Data Primer

Data primer adalah data yang langsung diambil dari objeknya oleh peneliti berupa tanya jawab atau wawancara dengan pihak-pihak yang bersangkutan yang sudah berpengalaman. Dalam penelitian ini wawancara dilakukan dengan pihak Balai Besar Wilayah Sungai Cidanau-Ciujung-Cidurian (BBWS C3) dan masyarakat yang tinggal dibantaran Sungai Ciberang.

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diambil oleh peneliti secara tidak langsung dari objeknya berupa data tertulis. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait yaitu BBWS C3. Data sekunder yang diperlukan diantaranya peta DAS, data hidrologi

curah hujan, dan gambar penampang melintang sungai, dsb.

#### 3. Data Observasi

Data observasi diperoleh dari penelusuran sungai (*walk trough*) digunakan untuk mendapatkan gambaran yang jelas dari lokasi penelitian. Data yang diperoleh berupa foto kondisi lapangan.

#### 4. Literatur (Pustaka)

Data literatur merupakan data formal yang diperoleh dari sumber informasi. Dalam penelitian ini, data literatur diperoleh dari buku naskah (*teks book*), Peraturan Pemerintah dan SNI, bahan ajar (kuliah) dari dosen serta literatur yang diperoleh dari sumber internet dan juga jurnal yang berkaitan.

## B. Analisa Hidrologi

Melakukan analisa hidrologi untuk mendapatkan nilai debit banjir rencana yang digunakan untuk menentukan penampang yang cukup dan mampu menampung debit banjir dengan menggunakan metode HSS SCS dan *Snyder*.

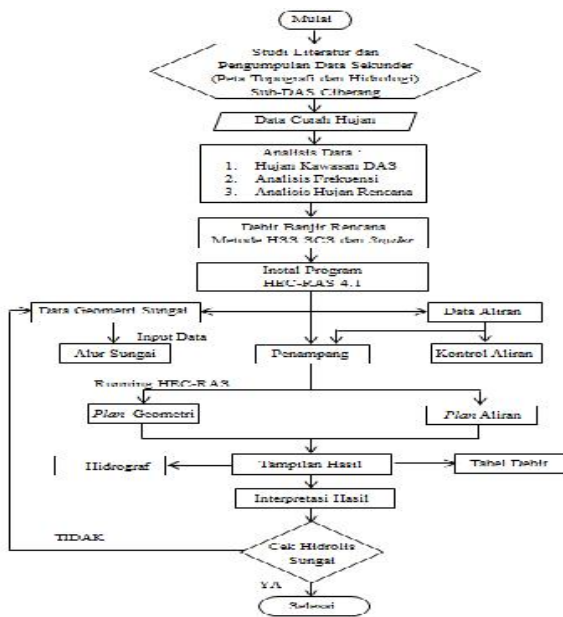
## C. Analisa Hidrolika

Menghitung penampang sungai yang mampu menampung debit banjir tersebut dan juga mengetahui keperluan perbaikan sungai. Analisa banjir dan analisa penanggulangan banjir ini dibantu dengan menggunakan *software* HEC-RAS 4.1.0.

## D. Alur Pikir Penelitian

Agar Penelitian ini terstruktur maka alur pikir dalam penelitian Analisis Banjir Sungai Ciberang dengan HEC-RAS 4.1.0 seperti diperlihatkan pada gambar alir dibawah ini:



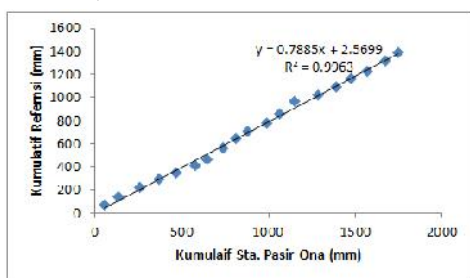


Gambar 3. Bagan Alir Penelitian Analisa Banjir Sungai Ciberang (Sumber : Hasil Analisa, 2015)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Konsistensi

Metode yang digunakan untuk menguji konsistensi data adalah dengan cara *Double Mass Curve Analysis* (Analisa Kurva Massa Ganda) dengan meninjau data lima pos stasiun hujan pengamatan (Sta. Ciboleger, Sta. Ciminyak/Cilaki, Sta. Sampang Peundeuy, Sta. Banjar Irigasi, dan Sta. Pasir Ona).



Gambar 4. Grafik Konsistensi Data Sta. Pasir Ona

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2016)

Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa ke lima data 5 pos stasiun hujan pengamatan (Sta. Ciboleger, Sta. Ciminyak/Cilaki, Sta. Sampang Peundeuy, Sta. Banjar Irigasi, dan Sta. Pasir Ona) memenuhi syarat kepenggahan yang ditunjukkan dengan gambar grafik dari metode *Double Mass*

*Curve Analysis* (Analisa Kurva Massa Ganda).

B. Hujan Kawasan (DAS)

Penentuan hujan kawasan diambil dari data curah hujan selama 19 tahun (1997-2015). Mencari nilai data curah hujan rata-rata menggunakan metode Rata-rata Aljabar.

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa nilai hujan kawasan maksimum selama 19 tahun terakhir sebesar 102.2 mm dan nilai hujan kawasan minimum 54.2 mm.

C. Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Tabel 1. Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keputusan
1	Normal	Cs = 0 Ck = 3	Cs = 0.49 Ck = 3.33	mendekati
2	Log Normal	Cs (lg x) = 0 Ck (lg x) = 3	Cs = 0.0023 Ck = 3.36	mendekati
3	Gumbel	Cs = 1,4 Ck = 5,4	Cs = 0.49 Ck = 3.53	Tidak mendekati
4	Log Pearson type III	Selain dari nilai diatas	Cs = 0.0023 Ck = 3.36	mendekati

(Sumber : Hasil Perhitungan 2016)

Berdasarkan persyaratan distribusi terpilih pada tabel 1 dapat disimpulkan hampir semua distribusi memenuhi persyaratan dan sementara dipilih distribusi Normal, Log Normal dan Log Pearson III maka untuk lebih meyakinkan metode yang digunakan dilakukan uji metode Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

D. Uji Distribusi Probabilitas

1. Metode Chi-Kuadrat ( $X^2$ )

Parameter  $X^2$  (terhitung) yang digunakan harus lebih kecil dari nilai  $X_{cr}^2$  (Chi-Kuadrat Kritis)

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai  $X^2$  dan  $X_{cr}^2$

Distribusi Probabilitas	$X^2$ Terhitung	$X_{cr}^2$	Keterangan
Normal	3.37	5.991	Diterima
Log Normal	1.26	5.991	Dipilih
Gumbel	2.32	5.991	Dipilih
Log Person Type III	3.89	7.815	Diterima

(Sumber : Hasil Perhitungan 2016)

Dari hasil perhitungan uji Chi-Kuadrat distribusi Log Normal dan Gumbel merupakan distribusi yang paling diterima karena nilai  $X^2$  terhitung yang paling kecil nilainya diantara distribusi yang lain. Selanjutnya akan diadakan satu pengujian lagi diantara sebaran distribusi yang lolos yaitu uji SmirnovKolmogorof.

2. Metode Smirnov Kolmogorof

Syarat untuk pengujian ini adalah  $P_i < \Delta P$  kritis, jika “tidak” artinya distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.

**Tabel 3.** Rekapitulasi Hasil Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov

Distribusi Probabilitas	$\Delta P$ Maks	$\Delta P$ Kritis	keterangan
Normal	0.117	0.3	Diterima
Gumbel	0.145	0.3	Diterima
Log Normal	0.095	0.3	Dipilih
Log Pearson. III	0.107	0.3	Diterima

(Sumber : Hasil Perhitungan 2016)

Dari hasil pengujian SmirnovKolmogorov dipilih distribusi Log Normal. Karena dari ketiga pengujian menunjukkan distribusi Log Normal yang sering dipilih maka disimpulkan bahwa untuk wilayah Sub-DAS Ciberang untuk mencari hujan rencana distribusi yang digunakan adalah distribusi Log Normal.

**E. Analisis Hujan Rencana**

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

Keterangan:

Nilai  $Lg \bar{X} = 1,8803mm$

Nilai  $S = 0,07034 mm$

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

$$= 1,8803 + (2,05 \times 0,07034)$$

$$= 2,0248 = 10^{2,0248} = 105,875 mm$$

**Tabel 4.** Perhitungan Hujan Rencana dengan Metode Distribusi Log Normal

Tahun	$K_T$	$Log X_T$ (mm)	$X_T$ (mm)
5	0.842	1.9395	87.004
10	1.282	1.9705	93.431
25	1.751	2.0035	100.805
50	2.054	2.0248	105.875
100	2.326	2.0439	110.641

(Sumber : Hasil Perhitungan 2016)

Pada analisa hujan rencana kala ulang 50 tahun, didapat hujan rencana  $X_{50} = 105.875 mm$ .

**F. Distribusi Hujan Jam-jaman**

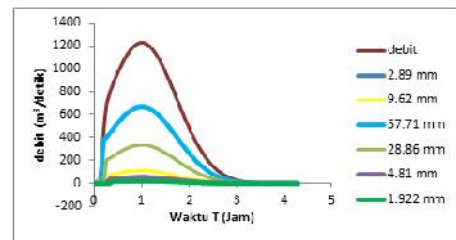
Dari hasil hujan rencana tersebut akan diubah menjadi hujan rencana jam-jaman, dengan menggunakan metode ABM (*Alternatif Block Methode*).

Dari hasil perhitungandidapatkan bahwa pada jam ketiga tinggi hujan jam-jaman mencapai puncaknya yaitu 57,713 mm atau 54,54% dari rencana hujan kala ulang 50 tahun yaitu 105,875 mm,

**G. Debit Rencana**

1. Metode Snyder

Berdasarkan hasil perhitungan, debit maksimum dari metode Hydrograf Satuan Snyder adalah 1228,162 m<sup>3</sup>/detik.

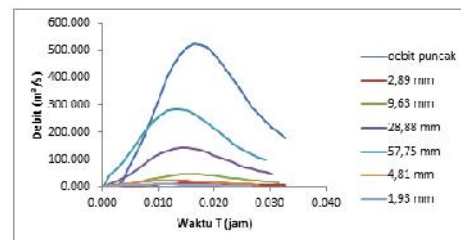


**Gambar 5.** Hydrograf banjir dengan metode Snyder

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2016)

2. Metode SCS (*Soil Conservation Service*)

Berdasarkan hasil perhitungan, debit maksimum dari metode Hydrograf Satuan SCS adalah 523,174 m<sup>3</sup>/detik.



**Gambar 6.** Hydrograf banjir dengan metode SCS

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2016)

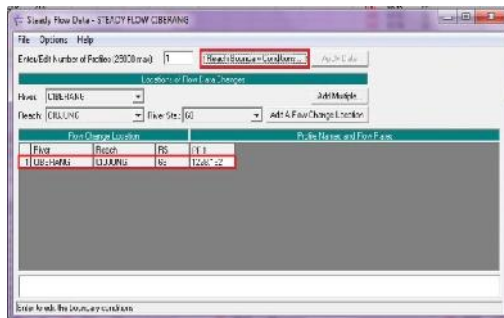
Atas dasar perolehan nilai debit tersebut, maka untuk angka debit yang diinput pada software HEC-RAS 4.1.0 adalah debit terbesar hasil dari perhitungan yaitu Metode Snyder sebesar 1228,162 m<sup>3</sup>/detik.

**H. Analisis Penampang Sungai Menggunakan HEC-RAS 4.1.0**

**1. Simulasi Aliran Steady Flow**

**a. Input nilai debit**

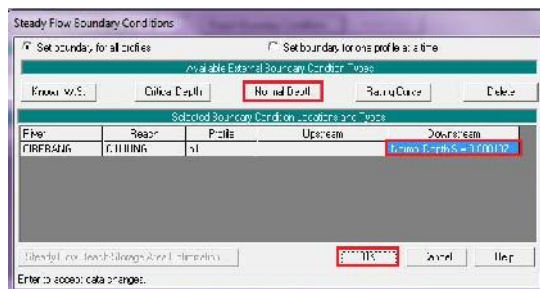
Untuk menginput nilai debit aliran steady flow, klik menubar *Edit* lalu klik sub menu *steady flow data*. menginput nilai debit Q<sub>50</sub> yang sudah dihitung sebesar 1228,162 m<sup>3</sup>/detik.



**Gambar 7.** Penginputan nilai debit (Sumber: HEC-RAS 4.1.0, 2016)

**b. Input nilai kemiringan**

Menginput nilai kemiringan yang sudah dihitung pada kolom *Downstream*, yaitu 0,000107, klik ikon *Reach Boundary conditions*, kemudian pilih *Normal Depth* dan klik OK | *Apply Data*.



**Gambar 8.** Penginputan nilai kemiringan (Sumber: HEC-RAS 4.1.0, 2016)

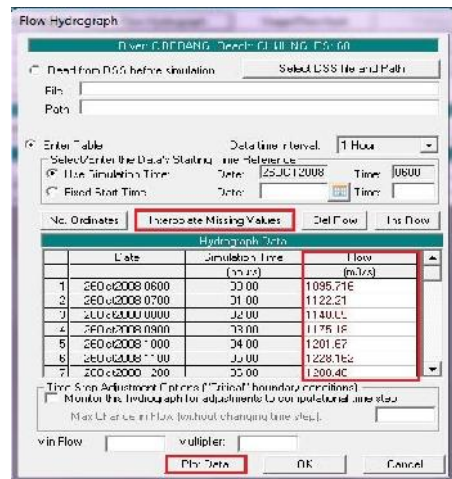
**c. Run Analisis Steady flow**

Setelah data tersimpan selanjutnya dianalisis oleh program dengan cara klik menubar *Run | Steady Flow Analysis | Compute*.

**2. Simulasi Aliran Unsteady Flow**

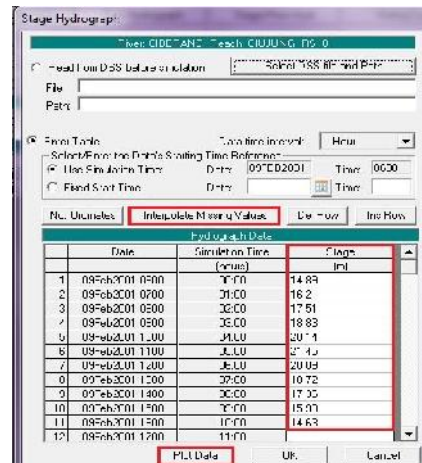
Pada simulasi aliran Unsteady Flow data yang dibutuhkan adalah data debit hidrograf satuan sintesis pada beberapa jam, serta data tinggi muka air dengan bantuan interpolasi pada program HEC-RAS 4.1.0.

Untuk penginputan data flow Hydrograph adalah sebagai berikut.



**Gambar 9.** Tampilan Flow Hidrograph (Sumber: HEC-RAS 4.1.0, 2016)

Sedangkan untuk menginput stage Hydrograph adalah sebagai berikut.



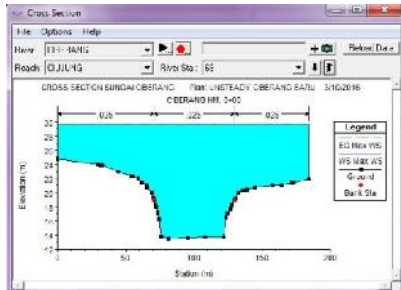
**Gambar 10.** Tampilan Stage Hidrograph (Sumber: HEC-RAS 4.1.0, 2016)

Setelah data tersimpan selanjutnya dianalisis oleh program dengan cara klik menubar *Run | Steady Flow Analysis | Compute*. Sebelumnya mengisi kotak *Starting Date*, *Ending Date*, *Starting Time* dan *Ending Time* diisi

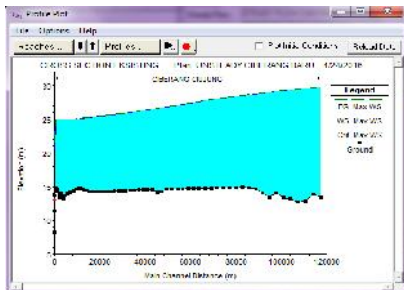


sesuai waktu ketika terjadi muka air tertinggi.

Berikut beberapa tampilan hasil analisis yang didapat dari program HEC-RAS 4.1.0 :



Gambar 11. Tampilan Cross Section HM 0+00 (Sumber: HEC-RAS 4.1.0, 2016)



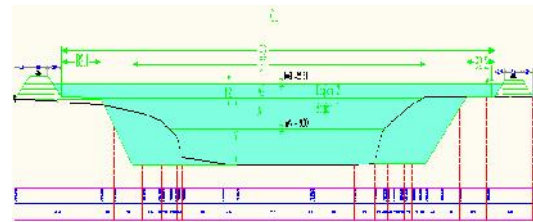
Gambar 12. Tampilan memanjang Sungai Ciberang (Sumber: HEC-RAS 4.1.0, 2016)

Dari output program HEC-RAS 4.1.0 kondisi eksisting Sungai Ciberang dengan debit kala ulang 50 tahun tidak dapat menampung debit yang ada, sehingga perlu adanya normalisasi sungai.

**I. Perencanaan Dimensi Sungai**

Perencanaan dimensi sungai dilakukan untuk mendapatkan dimensi sungai yang dapat dialiri oleh debit rencana dengan tinggi muka air yang lebih rendah dari pada dimensi eksisting sungai sebelumnya. Dari penelitian ini diambil 6 penampang melintang pada HM 01+00, HM 07+50, HM 11+50, HM 17+50, HM 26+00 dan HM 32+00.

Berikut ini adalah perhitungan untuk mendapatkan dimensi sungai yang baru:



Gambar 13. Dimensi sungai rencana pada penampang melintang HM 11+50 (Sumber: Analisis Pribadi, 2016)

Menghitung debit dengan rumus :

a. Bagian I

$$Q = A \times V$$

$$A = \frac{1}{2} [B_1 + (B_1 + 2mh_1)] \times h_1$$

$$= \frac{1}{2} [103.91 + (103.91 + 2 \times 1 \times 7.33) \times 7.33$$

$$= 815.39 \text{ m}^2$$

$$P = B_1 + 2h_1 \sqrt{m^2 + 1}$$

$$= 103.91 + 2 \times 7.33 \sqrt{1^2 + 1} = 124.64 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{815.39}{124.64} = 6.54 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

$$I = \frac{\text{el hulu} - \text{el hilir}}{\text{jarak}}$$

$$= \frac{14.67 \text{ m} - 14.64 \text{ m}}{500 \text{ m}} = 0,00006 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{0.025} \cdot 6.54^{2/3} \cdot 0,00006^{1/2} = 1.09 \text{ m/detik}$$

$$Q = A \times V$$

$$= 815.39 \times 1.09 = 889.24 \text{ m}^3/\text{detik}$$

b. Bagian II

$$Q = A \times V$$

$$A = \frac{1}{2} [B_2 + (B_2 + 2mh_2)] \times h_2$$

$$= \frac{1}{2} [162.85 + (162.85 + 2 \times 1 \times 3.54)] \times 3.54$$

$$= 589.021 \text{ m}^2$$

$$P_{2.1} = B_{2.1} + h_2 \sqrt{m^2 + 1}$$

$$= 14 + 3.54 \sqrt{1^2 + 1} = 19 \text{ m}$$

$$P_{2.2} = B_{2.2} + h_2 \sqrt{m^2 + 1}$$

$$= 16 + 3.54 \sqrt{1^2 + 1} = 21 \text{ m}$$

$$P = P_{2.1} + P_{2.2} = 19 + 21 = 40 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{589.021}{40} = 14.72 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{0.025} \cdot 14.72^{2/3} \cdot 0,00006^{1/2}$$

$$= 1.88 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= A \times V \\
 &= 589.021 \times 1.88 \\
 &= 1106.1 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 \text{Sehingga,} \\
 Q_{\text{total}} &= 889.24 + 1106.1 \\
 &= 1995.3 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 1995.3 \text{ m}^3/\text{detik} &> 1228,162 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 (\text{AMAN}) Q_{\text{kapasitas}} &> Q_{50} (\text{OK})
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.** Rekapitulasi data teknis penampang sungai

Chozir Section	Lebar bawah B <sub>1</sub> (m)	Lebar atas B <sub>2</sub> (m)	Tinggi Sungai L (m)	Kemiringan Aliran I (m)	Tinggi Tampang W (m)	Luas penampang A <sub>1</sub> (m <sup>2</sup> )	Debit Total Q (m <sup>3</sup> /s)	Debit Rencana Q (m <sup>3</sup> /s)	Keterangan
HM 01+00	71.47	111.47	14.6	0.00006	1	1323.82	1927.43	1228.162	Aman
HM 07+00	83.72	123.31	13.1	0.00004	1	1377.21	1732.5	1228.162	Aman
HM 11+00	101.91	163.85	10.8	0.00006	1	1404.41	1947.31	1778.357	Aman
HM 17+00	89.1	129.37	10.26	0.0001	1	1088.51	1817.65	1228.162	Aman
HM 24+00	81.35	126.74	10.02	0.00014	1	981.12	1734.6	1228.162	Aman
HM 32+00	91.93	162.05	9.24	0.00008	1	1141.12	1724.52	1228.162	Aman

(Sumber : Hasil Perhitungan 2016)

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa kapasitas debit sungai > dari debit yang digunakan  $Q_{\text{kapasitas}} > Q_{50}(\text{OK})$  aman.

Dari Hasil *software* HEC-RAS setelah normalisasi semua penampang melintang sungai elevasi muka air banjir setelah normalisasi mengalami penurunan rata-rata 10.25%, sehingga dengan diperlebarnya penampang dan dibuatnya tanggul dapat mereduksi tinggi muka air banjir pada kondisi eksisting. Hal ini dapat dilihat dari elevasi maksimum yang masih lebih tinggi dari muka air banjir. Kemudian dari ke 69 penampang sungai 66 diantaranya mengalami kenaikan debit yang konstan dengan rata-rata kenaikan 10.49% dengan kata lain dari luas masing-masing penampang sungai dengan kondisi *unsteady* mampu menampung debit dengan kala ulang 50 tahun. Sedangkan 3 penampang sungai terakhir bagian hilir mengalami kenaikan debit yang sangat signifikan hal ini disebabkan pada HM 33+00 mengalami penyempitan sungai serta penurunan kemiringan yang tinggi sehingga permukaan air turun secara drastis juga. Debit air yang mengalir pada penampang saluran yang menyempit maka meningkatkan kecepatan aliran.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Dari uraian pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Debit banjir Sungai Ciberang dengan kala ulang 50 tahun adalah 1228,162 m<sup>3</sup>/detik.
2. Kondisi eksisting Sungai Ciberang dengan debit kala ulang 50 tahun tidak dapat menampung debit yang direncanakan.
3. Setelah dilakukan normalisasi sungai dan peninggian tanggul bahwa Sungai Ciberang mampu menampung debit banjir kala ulang 50 tahun dengan penurunan muka air yang terjadi rata-rata sebesar 10.25 % dan kenaikan debit rata-rata sebesar 10.49%.

### B. Saran

Beberapa alternatif atau solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan banjir yang ada yaitu:

1. Tahap yang dapat segera dikerjakan karena kondisi sungai saat ini, dikhawatirkan bila tidak segera ditangani akan terjadi luapan adalah pekerjaan normalisasi sungai dan peninggian tanggul sungai.
2. Salah satu upaya non-struktural pengendalian banjir di Sungai Ciberang yaitu dengan melakukan restorasi sungai atau mengembalikan fungsi alami sungai serta menerapkan Konsep Pembangunan Sungai Berwawasan Ekologi Hidraulik (Eko-Hidraulik). Untuk mengefektifkan upaya pengendalian banjir dengan prinsip ekohidraulik ini perlu adanya pengaturan dari sungai yaitu satu sungai, satu perencanaan dan satu manajemen terintegrasi (Pengaturan Secara Terpadu) istilah yang sering dipaparkan yaitu *One River, One Plan and One Integrated Management* (ORPIM).

Adapun regulasi dan himbauan kepada masyarakat dalam pengendalian banjir adalah:

1. Regulasi : Peraturan Pemerintah Daerah berupa sanksi hukum
2. Himbauan :

- a. Jangan membuang sampah sembarangan
- b. Menjaga kelestarian lingkungan
- c. Penanaman pohon
- d. Jangan tinggalkan air mata kepada anak cucu, tapi wariskan mata air.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. *Hidrologi untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 2003.
- Triatmodjo, Bambang, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta. 2008.
- Soemarto (1987), *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya, 2008.
- Maryono, Agus. *Menangani Banjir, Kekeringan dan Lingkungan*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2005.
- Maryono, Agus. *Restorasi Sungai*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2007.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 tahun 2011 Tentang Sungai. R SNI 03-2415-1991, Tata Cara Perhitungan Debit Banjir.*
- Wigati, Restu. *Bahan Ajar Hidrologi dan Pengembangan Sumber Daya Air*, UNTIRTA, Cilegon, 2013.
- Cahyono, Agung Tri. *Perencanaan Pengendalian Banjir Kali Kemuning, Sampang*, ITS, Jawa Timur, 2010.
- Martin, Fransiskus Higang dan Stefanus Barlian Soeryamassoeka. *Normalisasi Sungai Rantauan Sebagai Alternatif Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Jelimpo Kabupaten Landak*, UNTAN, Kalimantan Barat, 2013.
- Noor, M. Azhari dan Budi Utomo. *Studi Kapasitas Sungai Riam Kiwa Menggunakan HEC – RAS 4.1.0.*, Universitas Lambung Mangkurat, Kalimantan Selatan, 2013.
- Wahyudin. *Analisis Banjir Sungai Ciliwung (Studi Kasus Ruas Sungai Lenteng Agung-Manggarai)*, UNTIRTA, Cilegon, 2013.
- Istiarto. *Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Program Hidrodinamika HEC-RAS*, Jurusan Teknik Sipil FT.UGM, Yogyakarta, 2012.