

## Studi Analisis Banjir Sungai Ciliwung Menggunakan Metode Hss Nakayasu & Gama I

Restu Wigati<sup>1</sup>, Dimas Surya Azhari<sup>2</sup>, Ngakan Putu Purnaditya<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon

Submitted : xx, xxxxxxxx, 2022;

Accepted: xx, xxxxxxxx, 2022

### Abstrak

Sungai terbesar yang melewati provinsi DKI Jakarta merupakan Sungai Ciliwung sehingga Sungai Ciliwung memiliki peran yang cukup penting sebagai penampung dan penyalur air di DKI Jakarta, oleh karena itu jika Sungai Ciliwung sudah tidak mampu lagi menampung debit banjir pada musim hujan maka akan mengakibatkan air meluap ke lingkungan sekitar yang akan mengganggu aktivitas warga DKI Jakarta. Analisis ini dilakukan untuk merencanakan ulang penampang sungai yang dapat menampung debit banjir dengan kala ulang 100 tahun. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian rata-rata maksimum dengan metode Poligon Thiessen dari tahun 2004 s/d 2019, yang didapatkan dari 7 pos hujan dan analisis frekuensi curah hujan yang digunakan adalah metode Log Pearson III yang menghasilkan besaran curah hujan rencana kala ulang 100 tahun sebesar 190,27 mm. Kemudian metode yang digunakan untuk menghitung debit banjir adalah HSS Nakayasu & HSS Gama I, yang masing – masing memiliki nilai sebesar 295,4 m<sup>3</sup>/s & 527,4 m<sup>3</sup>/s setelah dilakukan *routing* dengan metode muskingum. Debit banjir yang digunakan untuk melakukan simulasi pada program HEC-RAS adalah debit banjir yang dihasilkan dari metode perhitungan HSS Gama I. Hasil dari simulasi yang dilakukan pada program HEC-RAS menunjukkan bahwa terjadi limpasan pada penampang Sungai Ciliwung setinggi 2,8 m sehingga harus dilakukan perencanaan ulang penampang.

**Kata Kunci :** HEC-RAS; HSS Gama I; debit banjir; Sungai Ciliwung

### Abstract

*Ciliwung is the largest river that passes through DKI Jakarta so that the Ciliwung River has an important role as a reservoir and distribution of water in this city, therefore if the Ciliwung River is no longer able to accommodate flood discharge during the rainy season it will cause water to overflow into the environment around which will disrupt the activities of the residents of DKI Jakarta. This analysis is carried out to re-plan a river cross section that can accommodate flood discharge with a 100-year return period. The rainfall data used is the maximum average daily rainfall data with the Thiessen Polygon method from 2004 to 2019, which is obtained from 7 rain posts and the analysis of the frequency of rainfall used is the Log Pearson III method which produces the planned rainfall. 190.27 mm. Then the method used to calculate the flood discharge is*

\*Corresponding author e-mail : [dmsazhari@gmail.com](mailto:dmsazhari@gmail.com)

[Anotherauthor email@xxx.xx.xx](mailto:Anotherauthor email@xxx.xx.xx)

[Anotherauthor email@xxx.xx.xx](mailto:Anotherauthor email@xxx.xx.xx)

*HSS Nakayasu & HSS Gama I, each of which has a value of 295.4 m<sup>3</sup> / s & 527.4 m<sup>3</sup> / s after routing with the muskingum method is carried out. The flood discharge used to simulate the HEC-RAS program is the flood discharge generated from the HSS Gama I calculation method. The results of simulation from HEC-RAS showed that the overflow height reaching 2.8 m, so that the cross-section of Ciliwung River should be redesigned.*

**Keywords :** HEC-RAS;HSS Gama I; flood discharge; Ciliwung River

## A. PENDAHULUAN

Sungai terbesar yang melewati provinsi DKI Jakarta merupakan Sungai Ciliwung sehingga Sungai Ciliwung memiliki peran yang cukup penting sebagai penampung dan penyalur air di DKI Jakarta, oleh karena itu jika Sungai Ciliwung sudah tidak mampu lagi menampung debit banjir pada musim hujan maka akan mengakibatkan air meluap ke lingkungan sekitar yang akan mengganggu aktivitas warga DKI Jakarta.

Sungai Ciliwung memiliki hulu yang terletak di daerah Bogor yang meliputi kawasan Gunung Gede, Gunung Pangrango dan Cisarua hingga kawasan hilir di pantai utara Jakarta panjang Sungai Ciliwung dari hulu sampai muara sungai di pantai Teluk Jakarta  $\pm$  76 Km, dengan luas DAS  $\pm$  322 Km<sup>2</sup> yang dibatasi oleh DAS Cisadane di bagian Barat dan DAS Citarum di bagian Timur. letak Jakarta yang berada pada hilir Sungai Ciliwung juga merupakan salah satu faktor seringnya terjadi banjir pada saat musim hujan, terdapat beberapa upaya pemerintah provinsi DKI Jakarta salah satunya mendirikan kanal-kanal banjir untuk menjadi penampung air pada saat musim hujan, namun hal ini dirasa tidak begitu memiliki efek yang signifikan dalam aspek penanggulangan banjir di DKI Jakarta terutama pada saat curah hujan memiliki intensitas yang sangat tinggi seperti yang terjadi belakangan ini yang menyebabkan

fasilitas-fasilitas umum tergenang air sehingga menyebabkan terganggunya aktivitas warga DKI Jakarta.(BPLHD Provinsi DKI Jakarta, 2009)

Permasalahan banjir di DKI Jakarta juga diperparah dengan potensi penurunan tanah di DKI Jakarta telah diidentifikasi sebelumnya oleh M.R Fujioka yang disampaikan pada Konferensi Asia Tenggara ke – 7 di Hongkong pada tahun 1982 dengan judul *Subsidence Potential in Jakarta*. Pada tahun 1989 dilakukan pengukuran ulang oleh IWACO melalui satu jaringan *bench-mark* yang dilakukan. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan penurunan tanah yang bervariasi dari 0 cm sampai dengan 99 cm untuk periode 1974/1978 s/d 1989-1990 atau 0 s/d 7,9 cm/tahun, dengan rata-rata 1,9 cm/tahun.(Ginting, 2015)

Mengacu pada permasalahan diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kapistass tampung dari Sungai Ciliwung.

## B. LANDASAN TEORI

### 1. Umum

Beberapa pengertian (definisi) yang berkaitan dengan analisis banjir, sebagai berikut:

1. Menurut SNI 2415:2016 Banjir merupakan peristiwa meluapnya air sungai hingga melebihi palung sungai atau genangan air yang terjadi pada daerah yang rendah

dan tidak bisa terdrainasikan.(SNI 2415:2016, 2016)

2. Sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air didalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan.(PP No.38 Tahun 2011, 2011) Fungsi sungai adalah untuk mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkannya ke laut, sungai juga dapat memiliki fungsi lain yaitu dijadikan pembangkit tenaga listrik, pariwisata, perikanan dan juga untuk irigasi dalam pertanian.(Sosrodarsono, 2003)
3. Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau kelaut secara alami, yang batas didarat merupakan pemisah topografis dan batas dilaut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktifitas daratan.(PERMEN PU No. 22/PRT/M/2009, 2009) Daerah pengaliran sebuah sungai adalah tempat presipitasi untuk mengkonsentrasikan kesungai, garis batas daerah-daerah aliran yang berdampingan disebut batas daerah pengaliran. Luas daerah pengaliran diperkirakan dengan pengukuran daerah itu, pada peta topografi. Daerah pengaliran, topografi, tumbuh-tumbuhan dan geologi mempunyai pengaruh terhadap debit banjir, corak banjir, debit pengaliran dasar dan seterusnya. (Sosrodarsono, 2003)

4. Dataran banjir adalah dataran di sepanjang kiri dan/atau kanan sungai yang tergenang air pada saat banjir.(PP No.38 Tahun 2011, 2011)

## 2. Curah Hujan Daerah

Data curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang diteliti merupakan data curah hujan yang diperlukan dalam rancangan pengendalian banjir, data curah hujan ini disebut sebagai curah hujan wilayah atau daerah yang dinyatakan dalam satuan mm.(Sosrodarsono, 2003)

Dalam melakukan perhitungan curah hujan daerah dengan titik pengamatan yang tidak tersebar merata dapat digunakan cara Poligon Thiessen, dengan memperhitungkan daerah pengaruh pada tiap titik pengamatan

Rumus yang digunakan dalam cara thiessen adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \bar{R} &= \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \\ &= \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A} \\ &= W_1 R_1 + W_2 R_2 + \dots + W_n R_n \quad (2) \end{aligned}$$

di mana:

$\bar{R}$ : curah hujan daerah

$R_1, R_2, \dots R_n$ ": curah hujan di tiap titik pengamatan dan n adalah jumlah titik-titik pengamatan.

$A_1, A_2, \dots A_n$ : bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan. Cara Thiessen ini memberikan hasil yang lebih teliti dari pada cara aljabar rata-rata. Akan tetapi, penentuan titik pengamatan dan pemilihan ketinggian akan mempengaruhi ketelitian hasil yang didapat. Kerugian yang lain ialah umpamanya untuk penentuan kembali jaringan segitiga jika terdapat kekurangan pengamatan pada salah satu titik pengamatan.

### 3. Debit Banjir

Dalam melakukan perhitungan debit banjir rencana dapat digunakan beberapa cara seperti metode melchior, hasper, der weduwen, dan rasional atau dapat juga menggunakan metode empiris yaitu dengan menggunakan metode hidrograf satuan sintetik seperti metode HSS Nakayasu, Gama I, Limantara, Snyder, dll.

#### 1. HSS Nakayasu

Untuk menghitung debit banjir dengan metode HSS Nakayasu terlebih dahulu dibutuhkan hidrograf satuan dari sungai yang bersangkutan dan berikut adalah parameter yang dibutuhkan :(SNI 2415:2016, 2016)

- Simpangan dari awal hujan hingga puncak hidrograf
- Simpangan dari titik awal hujan hingga titik berat hidrograf
- Batas waktu hidrograf
- Luas daerah aliran
- Panjang dari saluran terpanjang
- Koefisien *run-off*

Berikut adalah rumus yang digunakan :

$$Q_p = C \times \frac{1}{36} \times A \times \frac{Ro}{0,3 T_p + T_{0,3}} \quad (4)$$

Untuk menghitung  $T_p$  dan  $T_{0,3}$  digunakan rumus :

$$T_p = T_g + 0,8 \times T_r \quad (5)$$

$$T_{0,3} = \alpha \times T_g \quad (6)$$

$T_g$  dihitung dengan rumus :

$$T_g = 0,4 + 0,058 \times L, \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \quad (7)$$

$$T_g = 0,21 L \times 0,7, \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \quad (8)$$

Nilai  $\alpha$  harus memenuhi kriteria :

- Untuk area aliran biasa nilai  $\alpha = 2$
- Untuk bagian hidrograf yang naik sedikit demi sedikit dan grafiknya menurun cepat nilai  $\alpha = 1,5$

- Untuk bagian hidrograf yang naik secara cepat dan menurun secara lambat nilai  $\alpha = 3$

Untuk menentukan nilai  $\alpha$  digunakan pendekatan rumus sebagai berikut :

$$T_{0,3} = 0,47 (A \times L)^{0,25}$$

$$T_{0,3} = \alpha \times T_g$$

$$\alpha = \frac{0,47 \times (A \times L)^{0,25}}{T_g} \quad (9)$$

namun, tidak mungkin untuk mengambil nilai  $\alpha$  yang bervariasi untuk mendapatkan hidrograf sesuai dengan hasil pengamatan. Rumus dari hidrograf satuan adalah sebagai berikut :

- pada saat kurva melonjak naik ( $0 < t < T_p$ )

$$Q_t = Q_p \times \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \quad (10)$$

- pada saat kurva menurun [ $T_p < t < (T_p + T_{0,3})$ ]

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\frac{1-T_p}{T_{0,3}}} \quad (11)$$

- pada saat kurva menurun [ $(T_p + T_{0,3}) \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$ ]

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\frac{t-T_p+0,5 \times T_{0,3}}{1,5 \times T_{0,3}}} \quad (12)$$

- pada saat kurva menurun [ $t \geq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$ ]

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\frac{t-T_p+1,5 \times T_{0,3}}{2 \times T_{0,3}}} \quad (13)$$

#### 2. HSS Gama I

Satuan hidrograf sintetik Gama I dibentuk oleh tiga komponen dasar yaitu waktu naik (TR), debit puncak (Qp), waktu dasar (TB) dengan uraian sebagai berikut : (Ariyani & Riadhi, 2019)

waktu naik (TR) dinyatakan dengan persamaan :

$$TR = 0,43\left(\frac{L}{100 SF}\right)^3 + 1,0665 SIM + 1,2775 \quad (14)$$

$$TB = 27,4132 TR^{0,1457} \times S^{-0,0986} \times SN^{0,7344} \times RUA^{0,2574} \quad (15)$$

$$Qp = 0,1836 A^{0,5886} \times TR^{-0,4008} \times JN^{0,2381} \quad (16)$$

$$K = 0,5617 A^{0,5886} \times S^{-0,1446} \times SF^{-1,0897} \times D^{0,0452} \quad (17)$$

$$QB = 0,4751 A^{0,6444} \times D^{0,9430} \quad (18)$$

$$Qt = Qp \times e^{-\frac{t}{k}} \quad (19)$$

Dengan:

TR = waktu naik hidrograf (jam)

TB = waktu dasar hidrograf (jam)

Qp = debit puncak hidrograf ( $m^3dt$ )

K = tampungan (jam)

QB = aliran dasar ( $m^3dt$ )

Qt = debit reses hidrograf ( $m^3dt$ )

Parameter yang diperlukan dalam analisis menggunakan HSS Gama I antara lain:

- Luas DAS (A) - Panjang alur sungai utama (L)
- Panjang alur sungai ke titik berat DAS (Lc)
- Kelandaian / slope sungai (s)
- Kerapatan jaringan kuras (D)

Selain parameter diatas, masih ada parameter lain yang dipakai, antara lain:

- Faktor sumber (SF)
- Frekuensi sumber (SN)
- Luas DAS sebelah hulu (RUA)
- Faktor simetri (SIM)
- Jumlah pertemuan sungai (JN)

Kerapatan Jaringan Kuras / Drainage Density (D)

Perbandingan antara panjang total aliran sungai (jumlah panjang sungai semua tingkat) dengan luas DAS.

$$D = \frac{LN}{A} \quad (20)$$

Faktor Sumber (SF)

Perbandingan antara jumlah panjang sungai-sungai tingkat satu dengan jumlah panjang-panjang sungai semua tingkat.

$$SF = \frac{L1}{LN} \quad (21)$$

Frekuensi Sumber (SN)

Perbandingan jumlah pangsa sungai tingkat satu dengan jumlah pangsa sungai semua tingkat.

$$SN = \frac{P1}{PN} \quad (22)$$

#### 4. Penelusuran Debit Banjir

Metode penelusuran debit yang digunakan untuk debit banjir pada sungai adalah metode Muskingum, dalam melakukan penelusuran debit banjir dengan Metode Muskingum terdapat beberapa asumsi, antara lain :(Kamiana, 2010)

- penambahan atau kehilangan air di sepanjang sungai tinjauan diabaikan.
- Sungai hampir lurus.

Persamaan pengatur yang digunakan dalam model penelusuran *Muskingum Method* adalah Persamaan Kontinuitas dan Persamaan Momentum.

Rumus yang digunakan untuk melakukan penelusuran debit banjir dengan Metode Muskingum adalah sebagai berikut :

$$O_{j+1} = C1 \times I_{j+1} + C2 \times I_j + C3 \times O_j \quad (23)$$

Dengan  $C_1$  :

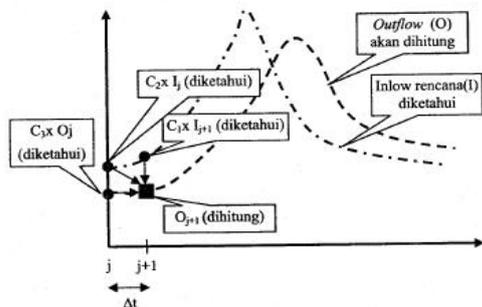
$$C_1 = \frac{\Delta t - 2 \times K \times X}{2 \times K \times (1 - X) + \Delta t} \quad (24)$$

$$C_2 = \frac{\Delta t + 2 \times K \times X}{2 \times K \times (1 - X) + \Delta t} \quad (25)$$

$$C_3 = \frac{2 \times K \times (1 - X) - \Delta t}{2 \times K \times (1 - X) + \Delta t} \quad (26)$$

Syarat:

$$C_1 + C_2 + C_3 = 1 \quad (27)$$



Sumber: Google Maps, 2020

**Gambar 3.2** Skema perhitungan dengan Metode Muskingum

## 5. HEC-RAS

Dalam penelitian ini digunakan perangkat lunak HEC-RAS versi 5.0.7 untuk membantu permodelan aliran sungai. HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, atau *River Analysis System (RAS)*. Yang dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)* yang merupakan satu divisi di dalam Institute for Water Resources (IWR), di bawah US Army Corps of Engineers (USACE). HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*), HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi: (Istiarto, 2014)

1. Hitungan profil muka air aliran permanen,
2. Simulasi aliran tak permanen,
3. Hitungan transpor sedimen, dan
4. Hitungan kualitas air.

## C. METODE PENELITIAN

### 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sungai Ciliwung, tepatnya untuk penampang

sungai yang berada pada Jembatan Condet hingga Jembatan Kalibata.



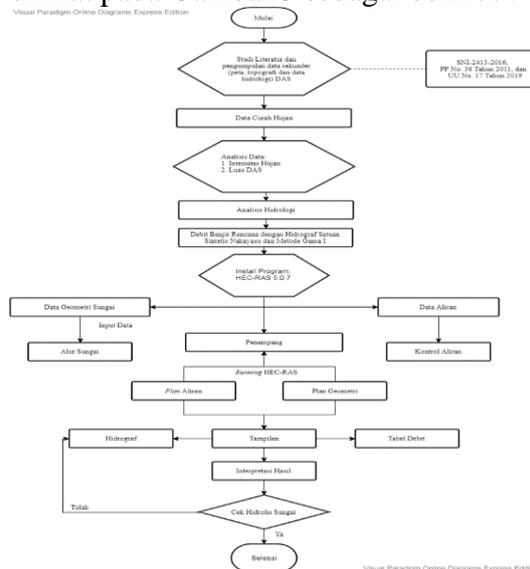
Berikut adalah gambar tangkapan satelit pada lokasi penelitian:

Sumber: Google Maps, 2020

**Gambar 2.** Lokasi penelitian pada Sungai Ciliwung sta. 9+300 s/d sta. 15+800

## 2. Bagan Alir

Bagan alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut :



**Gambar 3.** Bagan alir metode penelitian

## D. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisa Curah Hujan Maksimum Rata-Rata

Analisa Curah Hujan Rata-Rata pada penelitian ini menggunakan data curah hujan selama 16 tahun (2004-2019) yang diambil dari 7 stasiun terdekat DAS Ciliwung yaitu stasiun Perkebunan Gunung Mas, Cilember, Cilember, Gadog, Cibinong, Kampus Universitas Indonesia, Cawang, dan Cengkareng. Karena titik-titik pengamatan di dalam daerah DAS Ciliwung tidak merata maka dalam penelitian ini menggunakan metode Poligon *Thiessen*. Metode ini digunakan secara luas karena dapat memberikan data presipitasi yang lebih akurat. Berikut adalah data curah hujan maksimum untuk DAS Ciliwung :

**Tabel 1.** Curah Hujan Maksimum DAS Ciliwung 2004

No	Nama Pos	Curah Hujan Maksimum (Mm)
1	Gunung Mas	78
2	Cilember	70
3	Gadog	97
4	Cibinong	114
5	UI	117
6	Cawang	145
7	Cengkareng	87

Sumber: BBWS C-3, 2020

Koefisien Thiessen pada DAS Ciliwung masing-masing berikut:

**Tabel 2.** Luas Area Tangkapan Hujan DAS Ciliwung

No	Nama pos	Luas Area (km <sup>2</sup> )	koefisien thiessen
1	Gunung Mas	63,8	0,178
2	Cibinong	64,4	0,180
3	Cilember	38,8	0,108
4	UI	45	0,126
5	Gadog	47,8	0,133
6	Cawang	71,4	0,199
7	Cengkareng	27,2	0,076
Jumlah		358,4	1

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2020)

Untuk mendapatkan curah hujan harian maksimum rata-rata, curah hujan harian maksimum harus dikalikan dengan koefisien thiessen, berikut adalah curah hujan harian maksimum rata-rata untuk DAS Ciliwung

**Tabel 3.** Curah Hujan Maksimum Rata-Rata DAS ciliwung

Tahun	Curah Hujan Maksimum Rerata Poligon <i>Thiessen</i> (mm)
2004	105,06
2005	160,12
2006	97,56
2007	163
2008	126,51
2009	115,91
2010	100,28
2011	84,07
2012	94,46
2013	108,7
2014	118,46
2015	98,54
2016	118,89
2017	150,09
2018	134,66
2019	121,89
Rata-rata	118,64

Sumber: Hasil Perhitungan, 2020

## 2. Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Untuk menganalisis frekuensi data hujan untuk memperoleh nilai hujan rencana terdapat beberapa distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan, yaitu: distribusi Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Type III. Terdapat 3 persyaratan nilai koefisien yaitu Koefisien Kepencengan ( $C_s$ ), Koefisien Kurtosis ( $C_k$ ), dan Koefisien Keragaman ( $C_v$ ). Hasil analisis dengan ke empat metode tersebut, kemudian diujikan kesesuaian distribusinya dengan menggunakan dua metode yaitu *Chi Square* dan *Smirnov-Kolmogorof*. (Sebayang & Parlina, 2018)

Hasil dari kedua pengujian kesesuaian distribusi dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel 4.** Rekapitulasi Uji Chi Kuadrat Dari Tiap-Tiap Distribusi

Distribusi Probabilitas	X <sup>2</sup> terhitung	X <sub>cr</sub> <sup>2</sup>	Keterangan
Normal	0,875	5,991	Diterima
Log Normal	0,875	5,991	Diterima
Gumbel	2,125	5,991	Diterima
Log Pearson III	0,875	5,991	Diterima

Sumber: Hasil Perhitungan, 2020

Dari hasil perhitungan, keempat distribusi memiliki nilai X<sub>cr</sub><sup>2</sup> lebih besar dari X<sup>2</sup> terhitung, dapat disimpulkan bahwa keempat distribusi tersebut dapat diterima dalam menentukan curah hujan.

**Tabel 5.** Rekapitulasi Uji Smirnov Kolmogorov

Distribusi Probabilitas	ΔP Maks	ΔP Kritis	Keterangan
Normal	0,091	0,33	Diterima
Log Normal	0,076	0,33	Diterima
Gumbel	0,051	0,33	Diterima
Log Pearson III	0,067	0,33	Diterima

Sumber: Hasil Perhitungan, 2020

Dari hasil perhitungan, keempat distribusi memiliki nilai ΔP Kritis lebih besar dari ΔP Maks terhitung, dapat disimpulkan bahwa keempat distribusi tersebut dapat diterima dalam menentukan curah hujan,

Berdasarkan Persyaratan Parameter Statistik Distribusi, serta Uji Probabilitas metode Chi-Kuadrat dan *Smirnov Kolmogorov*, maka distribusi yang digunakan adalah Distribusi Log Pearson III.

### 3. Penentuan Curah Hujan Rencana

Penentuan curah hujan rencana dimaksudkan untuk mengetahui curah hujan maksimum yang terjadi pada periode ulang tertentu, Berikut adalah cara perhitungan sesuai dengan analisis

frekuensi yang dipilih:

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Hujan Rencana

T (Tahun)	C <sub>s</sub>	K <sub>T</sub>	Log X <sub>T</sub>	X <sub>T</sub>
2	0,321	-0,05	2,062	115,443
5	0,321	0,824	2,135	136,610
10	0,321	1,309	2,176	149,988
25	0,321	1,849	2,221	166,429
50	0,321	2,211	2,252	178,448
100	0,321	2,544	2,279	190,270

Sumber: Hasil Perhitungan, 2020

### 4. Distribusi Hujan Jam-Jaman

Untuk analisa hujan rencana kala ulang 100 tahun diperoleh hasil X<sub>100</sub> = 190,270 mm, dengan metode Mononobe berikut hasil perhitungan distribusi hujan jam-jaman:

**Tabel 7.** Distribusi hujan jam-jaman dengan rumus mononobe

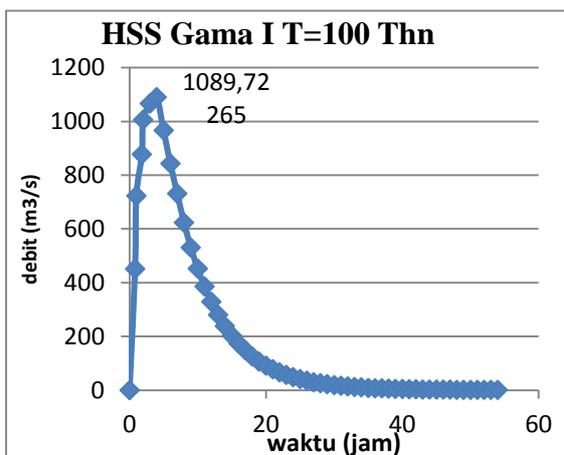
Durasi (jam)	I <sub>100</sub> (mm)
1	65,963
2	41,554
3	31.712
4	26,177
5	22.559
6	19,977

Sumber: Hasil Perhitungan, 2020

### 5. Perhitungan Debit Rencana

Untuk menentukan debit banjir rencana ada beberapa macam metode perhitungan diantaranya adalah metode HSS Gama I dan metode Nakayasu, Berikut adalah contoh perhitungan debit rencana dengan metode Gama I dan metode Nakayasu yang dipakai dalam penelitian ini.

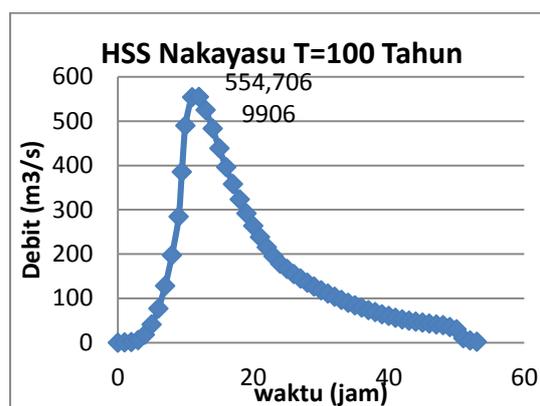
1. HSS Gama I



**Gambar 4.** Grafik Hidrograf limpasan langsung HSS Nakayasu akibat hujan efektif kala ulang 100 tahun

Debit puncak dari HSS Gama I terdapat pada jam ke-5 dengan debit sebesar 1089,723 m<sup>3</sup>/s.

2. HSS Nakayasu



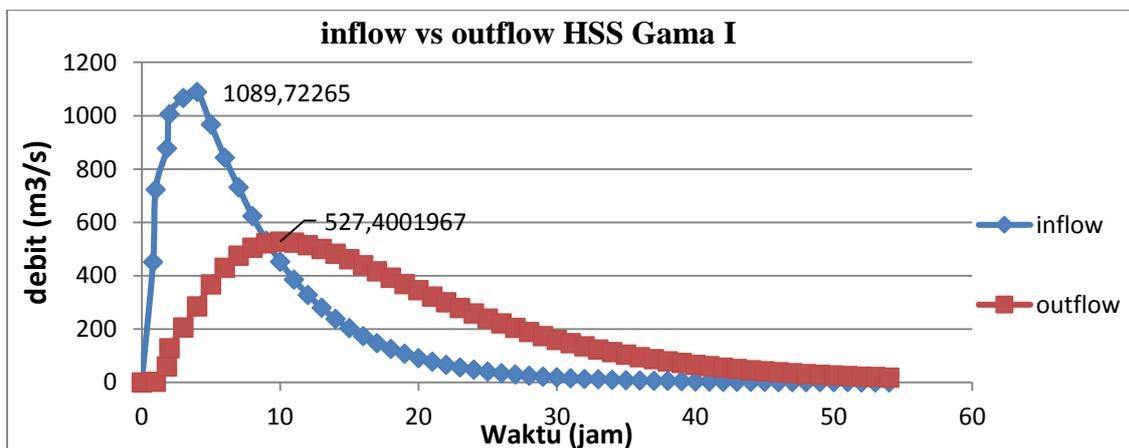
**Gambar 5.** Grafik Hidrograf limpasan langsung HSS Nakayasu akibat hujan efektif kala ulang 100 tahun

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa jam puncak terjadi pada jam ke-12 dengan debit

6. Penelusuran Debit Rencana

Penelusuran debit rencana pada lokasi penelitian dilakukan dengan menggunakan metode muskingum, berikut adalah hasil penelusuran debit rencana dengan metode muskingum :

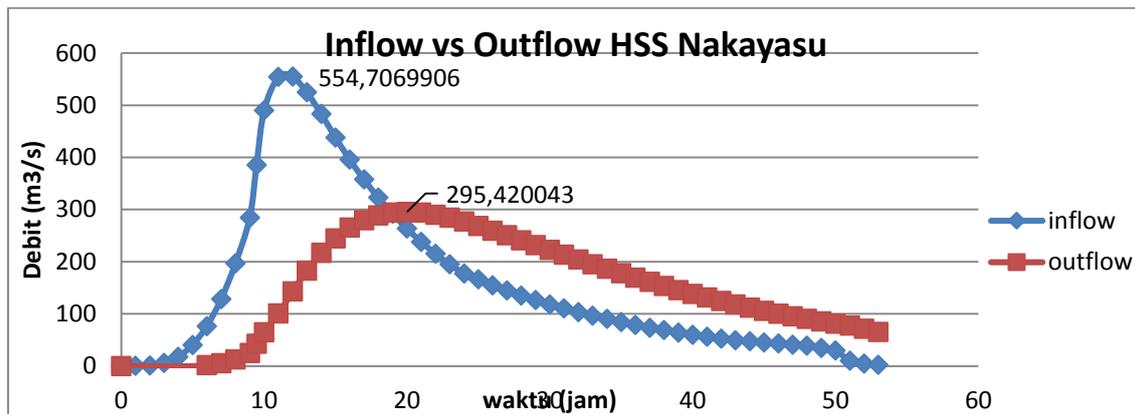
1. HSS Gama I



**Gambar 6.** Grafik perbandingan inflow-outflow metode muskingum HSS Gama I

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa puncak *outflow* dari HSS Gama I menjadi 527,4 m<sup>3</sup>/s.

## 2. HSS Nakayasu

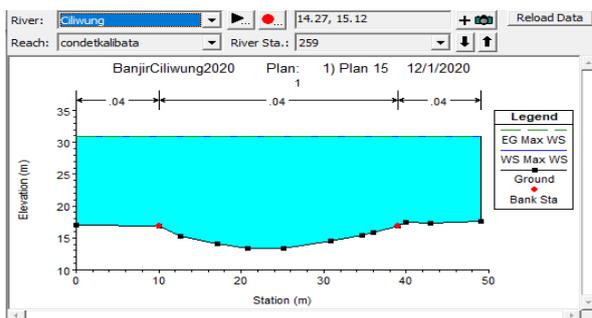


**Gambar 7.** Grafik perbandingan inflow-outflow metode muskingum HSS Nakayasu

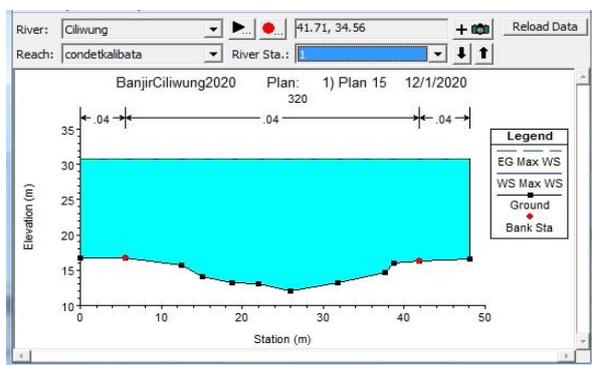
Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa puncak *outflow* dari HSS Nakayasu menjadi 295,4 m<sup>3</sup>/s

## 7. Hasil Analisis HEC-RAS

### 1. HSS Gama I

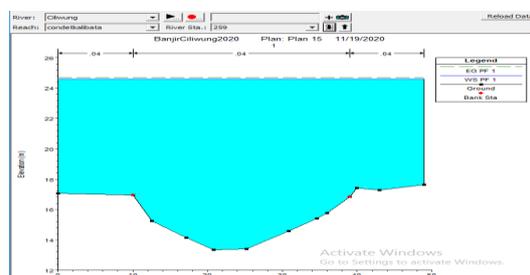


**Gambar 8.** Tampilan *Cross Section* Sta 9+300 metode HSS Gama I

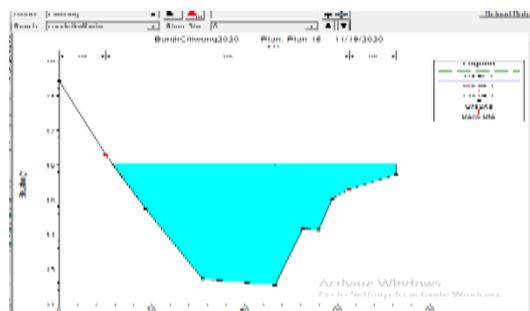


**Gambar 9.** Tampilan *Cross Section* Sta 15+800 metode HSS Gama I

### 2. HSS Nakayasu



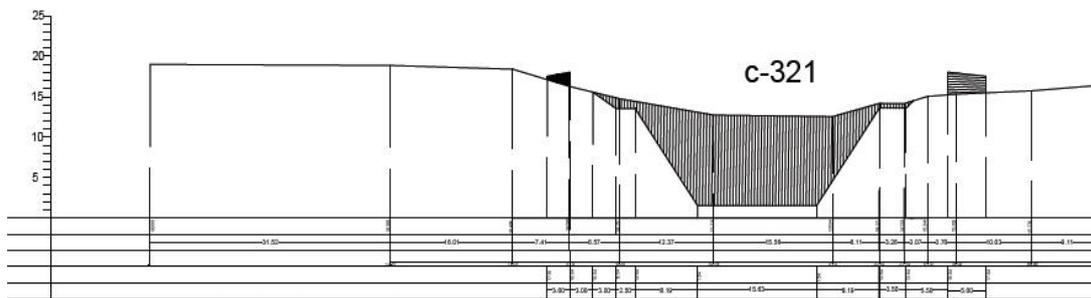
**Gambar 10.** Tampilan *Cross Section* Sta 9+300 metode HSS Nakayasu



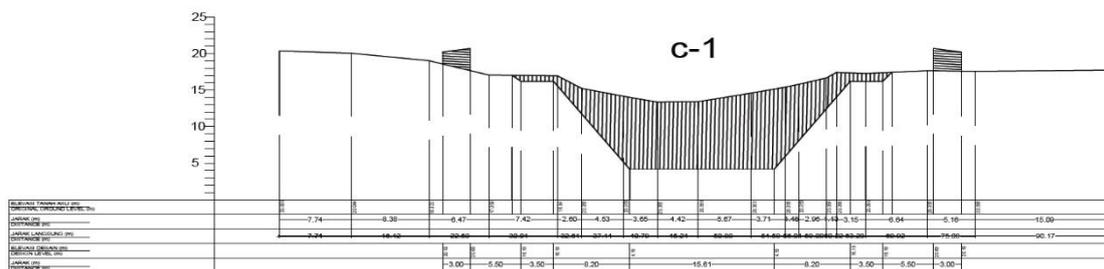
**Gambar 11.** Tampilan *Cross Section* Sta 15+800 metode HSS Nakayasu

## 8. Perancangan Ulang Penampang Sungai

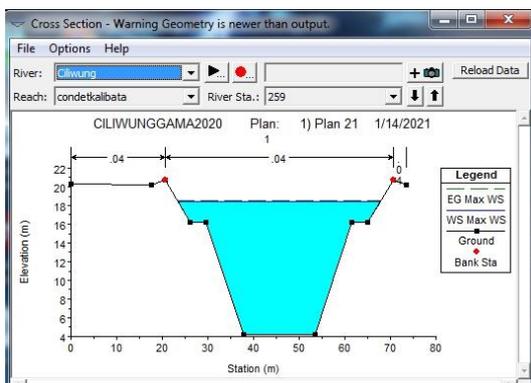
Dari hasil analisa penampang telah dilakukan pada program HEC-RAS menunjukkan bahwa harus dilakukan perencanaan ulang penampang sungai, berikut adalah spesifikasi penampang sungai rencananya



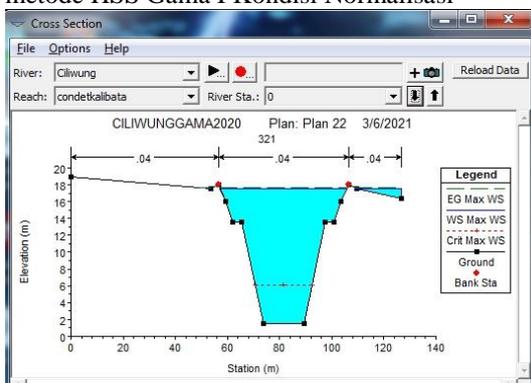
**Gambar 12.** Penampang melintang sungai Sta. 9+300



**Gambar 13.** Penampang melintang sungai Sta. 9+300



**Gambar 14.** Tampilan Cross Section Sta. 9+300 metode HSS Gama I Kondisi Normalisasi



**Gambar 15.** Tampilan Cross Section Sta. 15+900 metode HSS Gama I Kondisi Normalisasi

## E. KESIMPULAN

Dari uraian pada pembahasan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Curah hujan kala ulang 100 tahun adalah 190,270 mm dan debit banjir kala ulang 100 tahun dengan metode HSS Nakayasu dan Gama I masing-masing sebesar 295,4 m<sup>3</sup>/s untuk HSS Nakayasu dan 527,4 m<sup>3</sup>/s untuk HSS Gama I.
2. Kondisi eksisting Sungai Ciliwung pada Sta. 9+300 hingga Sta. 15+800 dengan total 260 cross section tidak dapat menampung debit banjir dengan kala ulang 100 tahun.
3. Setelah dilakukan penambahan kedalaman penampang sungai sebesar rata-rata 12,6 m, tinggi air pada penampang sungai menurun dari rata-rata sebesar 18,28 m menjadi rata-rata sebesar 15,12 m atau mengalami penurunan sebesar 17,09%. Kapasitas tampung meningkat dari semula debit rata-rata sebesar 19,34 m<sup>3</sup>/s menjadi

rata-rata sebesar 524,6 m<sup>3</sup>/s,. Sehingga dapat disimpulkan hasil perencanaan ulang dimensi Sungai Ciliwung dari Sta. 9+300 hingga Sta.15+800 dapat menampung debit banjir dengan kala ulang 100 tahun.

#### DAFTAR PUSTAKA

Ariyani, D., & Riadhi, H. (2019).

Perbandingan Hasil Analisa Debit Banjir dengan Menggunakan Metode Hidograf Satuan Sintetik Nakayashu dan Gama 1 di DAS Cihurang Hulu. *Spirit of Civil Engineering (SPRING) JOURNAL*, 1(01), 1–7.

BPLHD Provinsi DKI Jakarta. (2009).

*Laporan Akhir Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Sungai Ciliwung dan Mookervart*. 129.

Ginting, S. (2015). *Kajian dan*

*Efektivitas Pengendalian Banjir di DKI Jakarta*. 1–219.

[https://www.researchgate.net/profile/Segel\\_Ginting/publication/331633657\\_KAJIAN\\_DAN\\_EFEKTIVITAS\\_PENGENDALIAN\\_BANJIR\\_DI\\_DKI\\_JAKARTA/links/5c83ba97299bf1268d4a94d0/KAJIAN-DAN-EFEKTIVITAS-PENGENDALIAN-BANJIR-DI-DKI-JAKARTA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Segel_Ginting/publication/331633657_KAJIAN_DAN_EFEKTIVITAS_PENGENDALIAN_BANJIR_DI_DKI_JAKARTA/links/5c83ba97299bf1268d4a94d0/KAJIAN-DAN-EFEKTIVITAS-PENGENDALIAN-BANJIR-DI-DKI-JAKARTA.pdf)

Istiarto. (2014). *Modul Pelatihan*

*Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika Hec-Ras Jenjang Dasar: Simple Geometry River*. 1–204.

Kamiana, M. (2010). *Teknik*

*Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu.

PERMEN PU No. 22/PRT/M/2009.

(2009). *Pedoman teknis dan tatacara penyusunan pola pengelolaan sumber daya air*.

PP No.38 Tahun 2011. (2011). *PP. No.*

*38 Tahun 2011 “Sungai.”*

Sebayang, I. S. D., & Parlina, M. (2018).

ANALISIS BANJIR DAN TINGGI MUKA AIR PADA RUAS SUNGAI CILIWUNG STA 7+646 s/d STA 15+049. *Forum Mekanika*, 7(1), 43–49.

<https://doi.org/10.33322/forummekanika.v7i1.85>

SNI 2415:2016. (2016). *SNI 2415:2016 - Tata cara perhitungan debit banjir rencana*.

Sosrodarsono, S. (2003). *Hidrologi*

*Untuk Pengairan* (K. Takeda (ed.)). PT. Abadi.



© 2021 Siklus Jurnal Teknik Sipil All rights reserved. This is an open access article distributed under the terms of the CC BY License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)