

## ANALISIS DEBIT PUNCAK SUNGAI AIR TETAP KABUPATEN KAUR DENGAN PENDEKATAN METODE HIDROGRAF SATUAN SINTETIK (HSS)

**Roy Martin<sup>1)</sup>, Muhammad Fauzi<sup>1)</sup>, Khairul Amri<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNIB  
Jl. W.R. Supratman Kandang Limun, Kota Bengkulu 38371  
Corresponding author : martinroy0505@gmail.com

### Abstrak

DAS Tetap mencakup daerah seluas 12967 Hektare (Ha) dan terletak di Kabupaten Kaur, Provinsi Bengkulu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan debit puncak akibat intensitas curah hujan pada DAS Tetap dengan menggunakan metode HSS Gama 1, HSS Nakayasu dan HSS Snyder. Perkiraan besarnya debit puncak merupakan bahan masukan untuk perencanaan bangunan air. Analisis hidrologi untuk mendapatkan debit puncak dilakukan dengan cara menggunakan data curah hujan harian selama 10 tahun. Berdasarkan hasil perhitungan distribusi frekuensi terhadap 3 metode curah hujan yaitu metode distribusi Gumbel Tipe I, Log Pearson Tipe III, dan Log Normal, maka metode yang digunakan untuk perhitungan curah hujan rencana adalah Metode Log Pearson Tipe III dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun yaitu sebesar 87,566 mm; 114,867 mm; 132,940 mm; 155,782 mm; 172,785 mm dan 189,543 mm. Dari hasil analisis hidrologi diperoleh debit puncak pada DAS Tetap dengan Metode HSS Nakayasu sebesar 202,45 m<sup>3</sup>/detik dengan waktu puncak sebesar 2,57 jam. Debit Puncak tersebut merupakan yang paling besar dari metode lainnya.

**Kata kunci:** Debit Puncak, Hidrograf Satuan Sintetik, Periode Ulang

### Abstract

*The Tetap Watershed covers an area of 12967 hectares (Ha) and is located in Kaur Regency, Bengkulu Province. The purpose of this study was to obtain peak discharge due to the intensity of rainfall in the Tetap Watershed using the HSS Gama 1, HSS Nakayasu and HSS Snyder methods. Estimated amount of peak discharge is an input for water building planning. Hydrological analysis to obtain peak discharge is done by using daily rainfall data for 10 years. Based on the calculation of the frequency distribution of 3 rainfall methods, namely the Gumbel Type I distribution method, Pearson Log Type III, and Normal Log, the method used for calculating the rainfall plan is the Pearson Log Type III method with return periods 2, 5, 10, 25, 50, and 100 years that is equal to 87,566 mm; 114,867 mm; 132,940 mm; 155,782 mm; 172,785 mm and 189,543 mm. From the results of the hydrological analysis the peak discharge in the Tetap Watershed by the Nakayasu HSS Method was 202,45 m<sup>3</sup>/s with a peak time of 2,57 hours. The peak discharge is the biggest of the other methods.*

**Keywords:** *Discharge Peak, Synthetic Unit Hydrograph, Return Period*

## PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar bagi setiap makhluk di muka bumi ini. Air digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti makan minum dan juga untuk kebutuhan lain seperti pengairan pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, industri dan kepentingan lainnya. Pengelolaan dan pengembangan sumber daya air yang ada di alam agar mencapai kesetimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Tetap terletak di Kabupaten Kaur, Provinsi Bengkulu. DAS Tetap terletak pada 4°51'16.65"LS 103°30'13.28"BT. DAS Tetap mencakup area seluas 103.561,74 ha. DAS Tetap sebagian besar dimanfaatkan sebagai kawasan hutan lindung raja Mendara dengan kondisi hutan lebatnya masih berkisar 90,5% dan juga dimanfaatkan sebagai kawasan budidaya masyarakat baik itu di wilayah GSS maupun wilayah tangkapan air.

Upaya pengendalian banjir dibutuhkan untuk mengurangi resiko terjadinya kerusakan akibat banjir. Perencanaan pengendalian banjir disuatu DAS dapat dilakukan dengan baik apabila debit puncak rencana diketahui. Untuk menghitung debit puncak diperlukan data curah hujan rencana. Metode Poligon Thiessen digunakan dalam penelitian ini untuk menghitung curah hujan rencana.

### Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan daerah yang dibatasi punggung-punggungan gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan dialirkan melalui sungai-sungai kecil kesungai utama. Daerah aliran sungai biasanya dibagi menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. Daerah hulu DAS dicirikan oleh hal-hal

sebagai berikut: merupakan daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase yang tinggi, merupakan daerah dengan kemiringan lereng yang besar, bukan merupakan daerah banjir. Sementara daerah hilir DAS dicirikan oleh hal-hal sebagai berikut: merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil dan merupakan daerah kemiringan lereng kecil. Daerah Aliran Sungai bagian tengah merupakan daerah transisi dari kedua keadaan DAS yang berbeda tersebut (Asdak, 2014).

### Analisis Hidrologi

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi (*hydrologic phenomena*), seperti besarnya curah hujan, temperatur, penguapan, lama penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah menurut waktu (Soewarno, 1995).

### Perencanaan Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai ditentukan berdasarkan topografi daerah tersebut, di mana daerah aliran sungai adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggungan bukit diantara dua buah sungai sampai ke sungai yang ditinjau (Aji & Yomi, 2005).

### Analisis Curah Hujan

Analisa curah hujan dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir yaitu sejak tahun 2009 hingga tahun 2018. Analisa data curah hujan harian maksimum digunakan untuk mengetahui debit maksimum. Data curah hujan didapat dari

dua stasiun hujan terdekat yang terdapat di area DAS Tetap.

**Analisis Frekuensi**

Analisis frekuensi curah hujan bertujuan untuk mengetahui hubungan antara besarnya suatu kejadian ekstrim (nilai maksimum dan minimum data) dan frekuensi data terhadap probabilitas. Analisa frekuensi data dilakukan dengan mengukur parameter-parameter sesuai dengan analisa statistik.

**Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi)**

Besarnya derajat dari sebaran variat disekitarnilai rata-ratanya disebut dengan variasi atau dispersidari pada suatu data sembarang variabel hidrologi. Beberapa macam cara untuk mengukur dispersi dilakukan dengan perhitungan dengan rumus dasar sebagai berikut (Soewarno, 1995):

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \tag{1}$$

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n \{(X_i - \bar{X})^3\}}{(n-1)(n-2)Sd^3} \tag{2}$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{(X_i - \bar{X})^4\}}{Sd^4} \tag{3}$$

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} \tag{4}$$

Dimana:

- Sd = Deviasi standar
- Cs = Koefisien kemencengan (*Skewness*)
- Ck = Koefisien kurtosis
- Cv = Koefisien variasi
- X<sub>i</sub> = Nilai variat ke i
- $\bar{X}$  = Nilai rata-rata variat
- n = Jumlah data

**Distribusi Probabilitas Kontinyu**

Ada beberapa bentuk fungsi distribusi kontinyu (teoritis), yang sering digunakan dalam analisis frekuensi untuk hidrologi, seperti distribusi Gumbel Tipe I, Log Pearson Tipe III, dan Log Normal.

**Pengujian Kecocokan Sebaran**

Terdapat dua jenis uji kecocokan yaitu uji Kecocokan Chi-Kuadrat (Chi-Square) dan uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov.

**Analisis Intensitas Curah Hujan**

Intensitas hujan atau intensitas hujan rencana dapat dikatakan sebagai ketinggian atau kederasan hujan per satuan waktu, biasanya dalam satuan (mm/jam) atau (cm/jam). Berkaitan dengan intensitas hujan rencana,tinggi intensitas hujan rencana akan semakin besar seiring dengan periode ulang semakin besar.Jika data hujan jangka pendek tidak tersedia,dan yang tersedia adalah data hujan harian maka persamaan regres curva IDF dapat diturunkan dengan metode Mononobe (Soemarto, 1986).

Perhitungan curah hujan rencana dapat dilakukan dengan menggunakan rumus Mononobe sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{t_c} \times \left[ \frac{t_c}{t} \right]^{2/3} \tag{5}$$

Dimana:

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- R<sub>24</sub> = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
- t<sub>c</sub> = Waktu konsentrasi (jam)
- t = Lamanya curah hujan (jam)

**METODE PENELITIAN**

**Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di DAS Air Tetap yang terletak di Kabupaten Kaur, Provinsi Bengkulu. Secara geografis wilayah DAS Air Tetap terletak pada koordinat 4°43'56.405"S 103°21'07.957"E. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian DAS Air Tetap

### Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari BWS Sumatera VII antara lain:

1. Peta DAS Air Tetap beserta pos hujan yang ada didalamnya.
2. Peta topografi DAS Air Tetap
3. Data curah hujan harian selama 10 tahun terakhir (2009-2018).

### Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penentuan DAS Air Tetap dengan menggunakan aplikasi ArcMap 10.3
2. Perhitungan curah hujan harian maksimum rerata untuk tiap-tiap tahun data dengan metode *Partial Series*.
3. Menentukan parameter statistik dari data yang telah diurutkan dari kecil ke besar, yaitu Deviasi standar ( $S_d$ ), Koefisien kemencengan ( $C_s$ ), Koefisien Kurtosis ( $C_k$ ), dan Koefisien variasi ( $C_v$ ).
4. Analisis curah hujan rencana dicoba dengan menggunakan distribusi, yaitu distribusi Gumbel Tipe I, Log Pearson Tipe III, dan Log Normal.
5. Uji kecocokan sebaran menggunakan Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.
6. Penentuan waktu konsentrasi hujan  $T_c$  dengan rumus Kirpich.

7. Analisis intensitas curah hujan dihubungkan dengan kejadian dan lamanya curah hujan.
8. Menentukan besarnya curah hujan rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Kondisi DAS Air Tetap

DAS Air Tetap meliputi luasan wilayah penelitian sebesar  $101,59 \text{ km}^2$  dan Panjang sungai DAS Air Kinal sebesar  $11,95 \text{ km}$  (BWS VII, 2015)

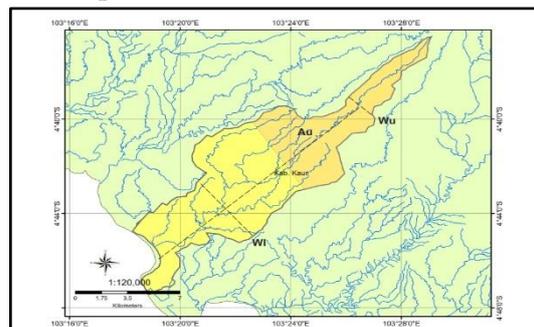


Gambar 3. Kawasan DAS Air Kinal

Terdapat dua stasiun penakar hujan terdekat pada DAS Air Kinal yaitu Pos Curah Hujan Pulau Panggung Luas dan Pos Curah Hujan Suka Bandung.

### Penentuan Luas Daerah Aliran Sungai (DAS)

Adapun cara yang dapat digunakan untuk menentukan luasan DAS dengan menggunakan aplikasi ArcMaps 10.3 atau dengan mengplotkan pada peta seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Luasan dua stasiun pos hujan DAS Air Tetap (Hasil Pengolahan, 2019)

Berdasarkan pengeplotan pada Peta Pos Hujan–Klimatologi WS DAS Air Tetap didapat hasil dengan luasan masing masing stasiun hujan yaitu 57,86km<sup>2</sup> untuk stasiun Pulau Panggung Luas dan 43,70km<sup>2</sup> untuk stasiun Suka Bandung.

**Analisis Curah Hujan**

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian selama 10 tahun terakhir sejak tahun 2009 hingga tahun 2018. Curah hujan harian maksimum tertinggi pada DAS Air Tetap pada tahun 2014 sebesar 176,80 mm dan curah hujan harian minimum pada tahun 2019 dengan nilai 4,00 mm.

**Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana**

Analisa frekuensi bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya suatu kejadian ekstrim (maksimum dan minimum) dan frekuensi yang dihitung meliputi: parameter statistik, distribusi peluang kontinyu dan uji kecocokan (Kamiana, 2011).

**Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi)**

Nilai curah hujan maksimum rata-rata yaitu 90,667, Standar deviasi 22,874, nilai Koefisien kemencengan -0,311 nilai Koefisien kurtosis 2,445, dan nilai Koefisien variasi 0,252. Selanjutnya dengan nilai tersebut akan dilakukan perhitungan untuk pemilihan jenis distribusi.

**Analisis Jenis Distribusi**

Metode analisis distribusi yang digunakan untuk menganalisis besar curah hujan rencana harus memenuhi beberapa parameter yang menjadi syarat penggunaan suatu metode distribusi.

**Distribusi Gumbel Tipe I**

Nilai X<sub>t</sub> tiap periode seperti contoh periode 2 tahun dengan nilai 87,566 mm sedangkan untuk periode 100 tahun yaitu 189,543 mm. Nilai X<sub>t</sub> yang didapat dijadikan sebagai curah hujan rencana dan akan digunakan untuk perhitungan debit banjir rencana.

**Distribusi Log Pearson Tipe III**

Nilai Y pada Tabel 1 untuk periode yang paling kecil 2 tahun yaitu 1,94 dan nilai periode yang paling besar 100 tahun yaitu 2,24. Nilai Y tiap periode yang telah diketahui akan dijadikan sebagai hujan rencana dan akan digunakan untuk perhitungan debit banjir rencana.

**Distribusi Log Normal**

Nilai X<sub>t</sub> untuk tiap periode, seperti pada periode 100 dengan nilai X<sub>t</sub> adalah 146,04 dan pada periode 2 nilai X<sub>t</sub> yaitu 90,171. Nilai X<sub>t</sub> tiap periode nantinya akan dijadikan sebagai hujan rencana dan akan dipergunakan untuk mendapatkan debit banjir rencana.

**Tabel 1.** Rekapitulasi Curah Hujan Rencana

No	Periode	Metode Gumbel Tipe I	Metode Log Pearson Tipe III	Metode Log Normal
1	2	87,566	87,165	90,171
2	5	114,867	111,214	109,748
3	10	132,940	126,786	120,278
4	25	155,782	146,197	131,724
5	50	172,725	160,463	139,205
6	100	189,543	174,710	146,040

Sumber: Hasil Pengolahan, 2019

**Tabel 2.** Syarat Penggunaan Jenis Sebaran

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Metode Gumbel Tipe I	$C_k = 5.4$	$C_k = 2,445$	Tidak Memenuhi
		$C_s = 1.14$	$C_s = -0,311$	Tidak Memenuhi
2	Metode Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v = 2$	$C_s = 0,252$	Tidak Memenuhi
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 13.30$	$C_v = 2,445$	Tidak Memenuhi
3	Metode Log Pearson Tipe III	Selain nilai di atas	$C_k = 2,445$	Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Dari ketiga metode yang akan digunakan diatas yang paling mendekati adalah sebaran dengan menggunakan jenis distribusi Metode Log Pearson Tipe III dengan nilai  $C_k = 2,445$  dan  $C_s = -0,311$  yang mendekati persyaratan.

#### Uji Kecocokan Chi-Kuadrat (Chi-Square)

Dilihat hasil perbandingan ternyata  $f_2$  Hitungan  $(4,50) < X^2$  Cr  $(5,991)$ , maka hipotesa yang diuji dapat diterima.

#### Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

Dilihat dari perbandingan bahwa  $D_{maks}$   $(0,202) < D_{0,kritis}$   $(0,41)$ , maka metode sebaran yang diuji dapat diterima

#### Analisis Intensitas Curah Hujan

Dengan berasumsi bahwa rata-rata hujan di Indonesia berdurasi 5 jam, maka tabel perhitungan distribusi hujan dengan metode Mononobe selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3 dan persamaan (6)

$$I_t = \frac{93,927}{24} \times \left[ \frac{24}{1} \right]^{2/3} \quad (6)$$

$$= 32,563 \text{ mm/jam}$$

**Tabel 3.** Intensitas Curah Hujan

t (jam)	R24					
	R2	R5	R10	R25	R50	R100
	85,881	87,165	111,214	126,786	146,197	160,463
1	0.550	11,985	15,292	17,433	20,102	22,064
2	0.143	3,116	3,976	4,533	5,227	5,737
3	0.100	2,179	2,780	3,170	3,655	4,012
4	0.080	1,743	2,224	2,536	2,924	3,209
5	0.067	1,460	1,863	2,124	2,449	2,688
6	0.059	1,286	1,640	1,870	2,156	2,367

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pembahasan maka penulis dapat menarik kesimpulan bahwa DAS Air Tetap didapat hasil dengan luasan masing masing stasiun hujan yaitu 57,86km<sup>2</sup> untuk stasiun Pulau Panggung Luas, dan 43,70km<sup>2</sup> untuk stasiun Suka Bandung dan curah hujan berturut-turut didapat 90,171 mm, 109,748 mm, 120,278 mm, 131,724 mm, 139,205 mm, dan 146,040 mm.

### **Saran**

Adapun saran yang dapat disampaikan oleh penulis pada penelitian yaitu sebaiknya data curah hujan yang digunakan disarankan sebaiknya lebih panjang, karena semakin panjang tahun data yang digunakan akan menghasilkan kemencengan yang lebih kecil terhadap perhitungan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Aji, L. S., & Yomi. (2005). *Modifikasi Bendung Kaligending Sungai Luk Ulo Kebumen Jawa Tengah*. Semarang: Fakultas Teknik UNDIP.
- Asdak, C., 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kamiana, M. I. (2011). *Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Soemarto, C.D., 1986. *Hidrologi Teknik Edisi Ke-3*. Penerbit Erlangga, Jakarta
- Soewarno., 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid 1*, Nova, Bandung.