



## ANALISIS DEBIT PUNCAK DENGAN PENDEKATAN METODE HIDROGRAF SATUAN SINTETIS ITB2 DAN HEC- RAS 5.0.7 PADA DAS AIR MANNA BAGIAN HILIR

\*Khairul Amri<sup>1</sup>, Yuzuar Afrizal<sup>2</sup>, Riko<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bengkulu, Indonesia

[khairulftunib@yahoo.com](mailto:khairulftunib@yahoo.com) \*Corresponding author

**Abstrak:** Analisis Debit Puncak Dengan Pendekatan Metode Hidrograf Satuan Sintetis ITB2 Dan Hec Ras 5.0.7 Pada Das Air Manna Bagian Hilir. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis debit puncak Das Air Manna Bagian Hilir dan menganalisis titik lokasi yang akan melimpas berpotensi banjir menggunakan *software* HEC-RAS versi 5.0.7. Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa curah hujan harian selama 10 tahun dari 3 stasiun hujan. Metode yang digunakan untuk menentukan debit puncak adalah menggunakan pendekatan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) ITB 2 yang kemudian diintegrasikan kedalam program HEC-RAS versi 5.0.7. Hasil penelitian ini menunjukkan debit puncak pada daerah aliran sungai Air Manna sangat tinggi dibandingkan dengan fakta yang ada dilapangan sehingga perlu dilakukan penelitian ulang dengan titik tinjauan yang lebih banyak. Berdasarkan hasil analisis dari program HEC-RAS didapat bahwa Sungai Air Manna Bagian Hilir sudah tidak mampu menampung debit banjir, daerah potensi banjir terjadi disepanjang STA 5770 (Desa Batu Kuning) sampai ke STA 0 (Desa Ketaping).

**Kata kunci :** Debit puncak, HSS ITB 2, HEC-RAS 5.0.7, DAS Air Manna, Banjir

**Abstract:** Analysis Of Peak Discharge Using Synthetic Units Hydrograph ITB 2 (HSS-ITB 2) And Hec-Ras 5.0.7 At Downstream Watershed Air Manna. The research aims to analyze the peak discharge (Maximum) of Air Manna's DAS Downstream and the location points that it will potentially overflow. This research used HEC-RAS program with version 5.0.7. The research's Secondary data is in the form of daily rainfall for 10 years from 3 rain stations. The method used to determine the peak discharge was using the ITB 2 Synthetic Unit Hydrograph (HSS) method which was then integrated into the HEC-RAS program with version 5.0.7. The results showed top of flow on stream Manna river is very high than by the fact in the field, so need to do repetitive research in more spot of river. Based on the results of the analysis of the HEC-RAS program, it was found that the Air Manna River Downstream was unable to accommodate the flood discharge, the potential flood areas occurred along STA 5770 (Batu Kuning Village) to STA 0 (Ketaping Village).

**Keywords:** Peak discharge, HSS ITB 2, HEC-RAS 5.0.7, DAS Air Manna Downstream, Flood

---

### History & License of Article Publication:

**Received:** 25/03/2021    **Revision:** 23/06/2021    **Published:** 12/07/2021

---

DOI: <https://doi.org/10.37971/radial.v9i1.215>

---



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

---

## PENDAHULUAN

Provinsi Bengkulu memiliki banyak Daerah Aliran Sungai (DAS) yang saat ini perlu mendapatkan perhatian serius dari semua pihak khususnya Pemerintah. Salah satu DAS yang perlu diperhatikan adalah DAS Air Manna Bagian Hilir. DAS Air Manna Bagian Hilir merupakan salah satu DAS yang ada di Kabupaten Bengkulu Selatan, DAS Air Manna Bagian Hilir mencakup area seluas 87,924 km<sup>2</sup> membentang mulai dari daerah Hulu di Kabupaten Lahat Provinsi Sumatra Selatan, sampai daerah Hilir yaitu di Kabupaten Bengkulu Selatan (BPDASHL Ketahun, 2012). Permasalahan yang sering terjadi pada Daerah Aliran Sungai Air Manna saat ini adalah banjir. Banjir merupakan keadaan dimana suatu daerah tergenang air dalam jumlah yang besar dalam hal ini diakibatkan oleh tidak ketidakmampuan palung sungai menampung air yang ada (Auliyani, 2017). Kabupaten Bengkulu Selatan termasuk langganan bencana banjir di tiap tahun. Tahun 2019 tercatat merupakan tahun terburuk dalam terjadinya bencana banjir. Menurut Media Center Kabupaten Bengkulu Selatan Banjir yang terjadi pada 26 April 2019 telah menimbulkan kerusakan serius di sejumlah infrastruktur, harta benda, lahan pertanian, dan ternak milik masyarakat.

Menurut Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat (2017), pada dasarnya kegiatan pengendalian permasalahan banjir adalah salah satunya mengenali seberapa besarnya debit banjir yang ada pada DAS tersebut. Salah satu metode yang saat ini sering digunakan dalam mengukur debit banjir yaitu dengan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS). Hidrograf aliran merupakan bagian yang sangat penting dalam mengatasi masalah-masalah yang berkaitan dengan banjir dan ketersediaan air sebab hidrograf aliran dapat menggambarkan suatu distribusi waktu dari aliran sungai dan dapat menentukan bentuk daerah aliran sungai (Tri dkk., 2017). Metode hidrograph satuan sintetis telah banyak digunakan untuk memperkirakan banjir rancangan dan memberikan hasil rancangan yang cukup teliti. Peneliti menggunakan Hidrograf Satuan Sintetis ITB-2. HSS ITB-2 merupakan Metode yang dikembangkan oleh ahli dari Institut Teknologi Bandung (ITB) Dantje K Natakusumah dimana Metode Ini merupakan Pengembangan Dari Metode Sebelumnya yaitu ITB-1. Menurut Natakusumah dkk.(2011) bahwa Hidrograph Banjir yang dihasilkan oleh HSS dengan Input sederhana seperti HSS ITB-2 tidak terlalu berbeda jauh dengan HSS dengan input rumit lainnya. Kemudian peneliti melakukan pemodelan banjir dengan menggunakan *software Hydrologic Engineering Center's – River Analysis System (HEC-RAS) Versi 5.0.7*.

### Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari perilaku air, proses terjadinya, sirkulasi dan distribusi, sifat kimia dan fisika, dan reaksinya dengan lingkungan termasuk hubungannya dengan kehidupan (Gunawan, 2019), sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia hidrologi adalah ilmu tentang air di bawah tanah, keterdapatannya, peredaran dan persebarannya, persifatan kimia dan fisiknya, reaksi dengan lingkungan, termasuk hubungannya dengan makhluk hidup.

### Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan daerah yang dibatasi punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai 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 (Rahardjo, 2011).

### Banjir

Banjir merupakan bencana hidrologis yang salah satu penyebabnya adalah kegagalan pengelolaan DAS. Banjir juga bisa disebabkan karena curah hujan yang sangat tinggi sehingga hutan tidak dapat berfungsi sebagai pengurang limpasan. Bencana tersebut mengindikasikan lingkungan terutama di bagian hulu DAS yang berfungsi sebagai daerah resapan air (Auliyani, 2017). Bencana banjir adalah peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat (Parinduri dkk., 2020).

### Debit Sungai

Menurut (Putra, 2016) debit air adalah jumlah air yang mengalir dari suatu penampang tertentu (sungai/ saluran /mata air) persatuan waktu. Debit suatu aliran sungai sangat bergantung dengan curah hujan yang turun dalam suatu DAS. Semakin besar curah hujan yang turun, maka semakin besar pula debit yang mengalir pada suatu penampang sungai, dan begitu juga sebaliknya (Amri & Syukron, 2014). Adapun perhitungan debit berdasarkan kondisi *steady flow* dapat dilihat pada persamaan :

$$Q = A \times v \quad (1)$$

### Curah Hujan

Curah hujan yang diperlukan untuk menyusun suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendali banjir adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/daerah dan dinyatakan dalam mm (Aryani, 2014).

Ada 3 macam cara yang berbeda dalam menentukan tinggi curah hujan rata-rata diatas areal tertentu dari angka-angka curah hujan dibeberapa titik pos penakar atau pencatat yaitu: cara tinggi rata-rata (*arithmetic mean*), cara *polygon Thiessen* dan cara Isohyet (Zulkifli, 2020).

#### 1. Cara Tinggi Rata-Rata Aljabar

Tinggi rata-rata curah hujan didapatkan dengan mengambil harga rata-rata hitung (*arithmetic mean*) dari penakaran pada penakar hujan dalam area tersebut. Hasil yang diperoleh dengan cara ini tidak berbeda jauh dari hasil yang didapat dengan cara lain, jika titik pengamatan itu banyak dan tersebar merata diseluruh daerah itu. Perhitungan untuk menghitung curah hujan rata-rata dengan cara *arithmetic mean* dapat dilihat pada persamaan :

$$\bar{R} = \frac{1}{n}(R_1 + R_2 + R_3 \dots + R_n)(2)$$

#### 2. Cara *Polygon Thiessen*

Metode *polygon Thiessen* dipakai apabila daerah pengaruh dan curah hujan rata-rata tiap stasiun berbeda-beda. Metode *polygon Thiessen* ditentukan dengan cara membuat poligon antar pos hujan pada suatu wilayah DAS, kemudian tinggi hujan rata-rata dihitung dari jumlah perkalian antara tiap-tiap luas poligon dan tinggi hujanya dibagi dengan luas seluruh DAS (Fitrianda, 2013).

Perhitungan hujan rerata wilayah dengan metode Thiessen dapat dilihat pada persamaan :

$$R_{Thiessen} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i \times R_i}{A_{total}} \quad (3)$$

### 3. Cara Garis Isohyet

Peta Isohyet digambar pada peta topografi dengan perbedaan interval 10 sampai 20 mm berdasarkan data curah hujan pada titik-titik pengamatan didalam dan disekitar daerah yang dimaksud. Luas bagian daerah antara dua garis Isohyet yang berdekatan diukur dengan planimeter. Perhitungan untuk menghitung curah hujan rata-rata menggunakan metode garis Isohyet dapat dilihat pada persamaan :

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (4)$$

### Analisa Frekuensi

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 (Syahroni dkk., 2017).

### Parameter Statistik

Besarnya derajat dari sebaran variat disekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi atau dispersi dari pada suatu data sembarang variabel hidrologi (Yusniyanti & Kurniati, 2017). Beberapa macam cara untuk mengukur dispersi dapat dilihat pada persamaan (5), (6), (7), (8), (9).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (5)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (6)$$

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n \{(X_i - \bar{X})^3\}}{(n-1)(n-2)Sd^3} \quad (7)$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{(X_i - \bar{X})^4\}}{Sd^4} \quad (8)$$

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} \quad (9)$$

### Pemilihan Jenis Distribusi

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

#### 1. Distribusi Gumbel Tipe I

$$X_T = \bar{X} + \frac{S}{S_n} (Y_T - Y_n) \quad (10)$$

#### 2. Distribusi Log Pearson

$$Y = \bar{Y} + k \times S \quad (11)$$

#### 3. Distribusi Log Normal

$$X_T = \bar{X} + Kt \times S \quad (12)$$

Tabel 1. Persyaratan Parameter Statistik

No	Distribusi	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Metode Gumbel Tipe I	$Ck \approx 5,4$	$Ck = 0,00$	Tidak Memenuhi
		$Cs \approx 1,14$	$Cs = 0,00$	Tidak Memenuhi
2	Metode Log Normal	$Cs = Cv^2 + 3Cv$	$Cs = 0,00$	Tidak Memenuhi
		$Ck = 0$		
		$Ck = \frac{Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3}{= 3,00}$	$Ck = 0,00$	Tidak Memenuhi
3	Metode Log Pearson Tipe III	$Cs \neq 0$	$Ck = 1,14$	Memenuhi

Sumber : (Kamase dkk., 2017)

### Pengujian Kecocokan Sebaran

Menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Ada dua jenis uji kecocokan yaitu uji Kecocokan Chi-Kuadrat (*Chi-Square*) dan uji Kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* (Gunawan dkk., 2020).

#### 1. Uji Kecocokan *Chi-Square*

Pengujian dengan metode ini didasarkan pada jumlah pengamatan yang diharapkan pada pembagian kelas, dan ditentukan terhadap jumlah data pengamatan yang terbaca didalam kelas tersebut, atau dengan membandingkan nilai *Chi-Square* ( $X^2$ ) dengan nilai *Chi-Square* kritis ( $X^2_{cr}$ ) (Gunawan dkk., 2020). Pengujian kecocokan Chi Kuadrat dapat dilihat pada persamaan :

$$X^2 = \sum_{t=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (13)$$

$$Dk = K - (P + 1) \quad (14)$$

#### 2. Uji Kecocokan *Smirnov – Kolmogorov*

Pengujian kecocokan sebaran dengan metode ini dilakukan dengan membandingkan probabilitas untuk tiap variabel dari distribusi empiris dan teoritis didapat perbedaan ( $\Delta$ ) tertentu. Perbedaan maksimum yang dihitung ( $\Delta_{maks}$ ) dibandingkan dengan perbedaan kritis ( $\Delta_{cr}$ ) untuk suatu derajat nyata dan banyaknya vvariat tertentu, maka sebaran sesuai jika ( $\Delta_{maks}$ ) < ( $\Delta_{cr}$ ). Pengujian menggunakan rumus yang dapat dilihat pada persamaan :

$$\alpha = \frac{P_{maks}}{P(x)} - \frac{P(x)}{\Delta_{cr}} \quad (15)$$

### Intensitas Curah Hujan ( $I_t$ )

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 regresi curva IDF dapat diturunkan dengan metode Mononobe (Satria dkk., 2018). Perhitungan curah hujan rencana dapat dilakukan dengan menggunakan rumus Mononobe yang dapat dilihat pada persamaan :

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left[ \frac{24}{t} \right]^{2/3} \quad (16)$$

## Hidrograf Satuan Sintetis ITB-2

Perhitungan untuk menganalisis hidrograf satuan sintetis pada DAS harus memerhatikan beberapa komponen penting pembentuk hidrograf satuan sintetis adalah Tinggi dan Durasi Hujan Satuan, *Time Lag* (TL), Waktu Puncak (Tp), Waktu Dasar (Tb), dan Debit Puncak Hidrograf Satuan. ITB-2 yang tak berdimensi adalah hidrograf sintetis dapat dinyatakan dalam bentuk perbandingan antara debit (Q) dengan debit puncak (Qp) dan waktu (t) dengan waktu naik (Tp) dan kemudian dibentuk menjadi kurva HSS ITB-2 berdimensi. Perhitungan untuk HSS ITB-2 diperlukan data karakteristik fisik dari DAS yang berupa luas DAS dan panjang DAS. Selain parameter fisik dari DAS terdapat pula parameter non-fisik dari DAS yang digunakan untuk proses kalibrasi. Perhitungan untuk hidrograf satuan sintetis ITB 2 adalah sebagai berikut (Natakusumah dkk., 2011):

Persamaan HSS Limantara

1. Input data yang diperlukan seperti luas DAS ( $A_{DAS}$ ) dan Panjang Sungai (L).

2. Hitung Time Lag

$$tL = C_t 0.81225L^{0,6} \quad (17)$$

3. Hitung Waktu Puncak

$$Tp = T_L + 0.25 (Tr - Te) \quad (18)$$

$$Tp = T_L + 0.5Tr \quad (19)$$

4. Waktu Dasar

a. Untuk DAS kecil ( $A < 2 \text{ km}^2$ ) harga Tb dihitung dengan:

$$Tb = \frac{8}{3} Tp \quad (20)$$

b. Untuk DAS berukuran sedang dan besar harga secara teoritis Tb dapat berharga tak berhingga (misal cara Nakayasu), namun prakteknya Tb dapat dibatasi sampai lengkung turun mendekati nol.

5. Bentuk dasar yang dinyatakan dengan dua persamaan yaitu persamaan lengkung naik dan lengkung turun:

$$\text{Naik : } q(t) = t^\alpha \quad (21)$$

$$\text{Turun: } q(t) = \exp\{1 - t^\beta C_p\} \quad (22)$$

6. Luas segmen HSS tak berdimensi ( $A_{HSS}$ ):

$$A_{HSS} = \frac{1}{2} (q_{i+1} + q_i)(t_{i+1} - t_i) \quad (23)$$

7. Debit puncak hidrograph satuan (Qp) :

$$Qp = \frac{R}{3.6} \frac{A_{DAS}}{Tp A_{HSS}} \quad (24)$$

8. Volume hydrograph satuan ( $V_{HSS}$ ) :

$$V_{HSS} = Qp Tp A_{HSS} \quad (25)$$

## Pemodelan HEC-RAS 5.0.7

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 dan gambar) menyediakan fungsi-fungsi sebagai berikut:

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

## **METODE**

### **Lokasi Penelitian**

Pengambilan sampel dilakukan di dua titik yaitu di Desa Batu Kuning, Kabupaten Bengkulu Selatan dan di Desa Ketaping, Kabupaten Bengkulu Selatan. Data-data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **1. Data Primer**

Data primer pada penelitian ini menggunakan metode survei dengan menggunakan *Current Meter* untuk menghitung kecepatan aliran sungai, dan tali ukur sederhana atau meteran untuk mengukur lebar sungai.

#### **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 BMKG, Provinsi Bengkulu. Data sekunder yang diperlukan diantaranya peta DAS, data hidrologi, data curah hujan.

### **Tahapan Pelaksanaan Penelitian**

Tahapan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Studi pustaka.
2. Persiapan dan pengumpulan data (primer dan sekunder).
3. Perhitungan debit banjir rencana
4. Menghitung kecepatan aliran sungai
5. Analisis debit banjir rencana (HSS ITB-2)
6. Run Program *HEC-RAS 5.0.7*
7. Menghitung debit banjir rencana dengan menggunakan aplikasi *HEC-RAS 5.0.7*

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **DAS Air Manna Bagian Hilir**

Data curah hujan harian maksimum yang digunakan dalam analisis ini bersumber dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Provinsi Bengkulu periode pencatatan 2010-2019. Dipilih pos hujan yang berada di sekitar DAS Air Manna Bagian Hilir, yaitu Pos Hujan Manna, Pos Hujan Selali, Pos Hujan Batu Bandung.



**Tabel 2.** Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Rh max Stasiun (mm)		
	Manna	Selali	Batu Bandung
2010	457,00	403,00	599
2011	521,00	328,00	562
2012	613,00	655,00	519
2013	671,00	558,00	552
2014	729,00	628,00	619
2015	489,00	667,00	392
2016	513,00	526,00	423
2017	569,00	489,00	287,58
2018	934,00	396,00	394,17
2019	733,00	485,00	365,52

Sumber: BMKG Provinsi Bengkulu

### Curah Hujan Rata-Rata

Curah hujan rata-rata adalah data kedalaman hujan dari satu atau banyak stasiun pengukuran hujan yang dirata-ratakan dengan menggunakan beberapa metode. Untuk mendapatkan curah hujan rata-rata digunakan beberapa metode, dalam metode ini digunakan metode Poligon Thiessen karena memberikan koreksi terhadap kedalaman hujan sebagai fungsi luas daerah yang mewakili.

Dari hasil peta Topografi diperoleh :

Luas Stasiun Manna = 26,85 km<sup>2</sup>

Luas Stasiun Selali = 21,98 km<sup>2</sup>

Luas Stasiun Batu Bandung = 39,17 km<sup>2</sup>

Rekap data curah hujan dengan menggunakan Metode *Poligon Thiessen* dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Rekap Data Curah Hujan Metode Poligon Thiessen

Tahun	Stasiun			R <sub>theissen</sub> mm
	Manna	Selali	Batu Bandung	
	mm	mm	mm	
2010	457,00	403,000	599,00	506,72
2011	521,00	328,000	562,00	491,04
2012	613,00	655,000	519,00	581,65
2013	671,00	558,000	552,00	589,81
2014	729,00	628,000	619,00	654,81
2015	489,00	667,000	392,00	490,28
2016	513,00	526,000	423,00	476,19
2017	569,00	489,000	287,58	423,75
2018	934,00	396,000	394,17	559,34
2019	733,00	485,00	365,52	507,49
RATA	622,90	513,50	471,33	528,11

Sumber :BMKG Bengkulu, 2010-2019.

### Analisis Jenis Distribusi Sebaran

Ada beberapa metode distribusi yang dapat digunakan untuk menghitung hujan rencana, seperti Gumbel, Log Normal, Normal, Log Pearson Tipe III. Dalam penentuan jenis distribusi yang sesuai dengan data, maka harus dilakukan pengujian parameter statistik.

Syarat penggunaan jenis sebaran pada tiga jenis distribusi (Gumbel, Log Normal, Log Pearson) dapat dilihat pada Tabel 4.



**Tabel 4.** Syarat Penggunaan Jenis Sebaran

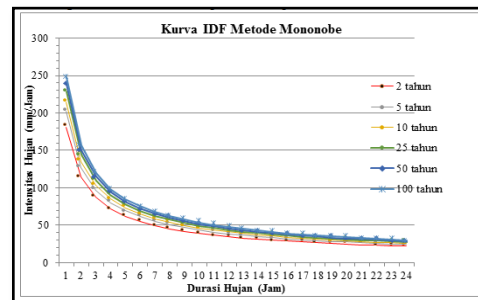
No	Distribusi	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Metode Gumbel Tipe I	$Ck \approx 5,4$	$Ck = 0,00$	Tidak Memenuhi
		$Cs \approx 1,14$	$Cs = 0,00$	Tidak Memenuhi
2	Metode Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$	$Cs = 0,00$	Tidak Memenuhi
		$Ck = 0$		
		$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$ $= 3,00$	$Ck = 0,00$	Tidak Memenuhi
3	Metode Log Pearson Tipe III	$Cs \neq 0$	$Ck = 1,14$	Memenuhi

### Analisa Intensitas Curah Hujan ( $I_t$ )

Perhitungan intensitas curah hujan ini menggunakan metode Dr. Mononobe. Adapun tabel perhitungan distribusi hujan dengan metode Mononobe selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Intensitas Curah Hujan

t (jam)	R24					
	2 tahun	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun	100 tahun
	521,45	581,78	617,80	660,08	689,62	717,96
1	180,78	201,69	214,18	228,84	239,08	248,90
2	113,88	127,06	134,92	144,16	150,61	156,80
3	86,91	96,96	102,97	110,01	114,94	119,66
4	71,74	80,04	85,00	90,81	94,88	98,78
5	61,83	68,98	73,25	78,26	81,76	85,12
6	54,75	61,08	64,86	69,30	72,41	75,38
7	49,40	55,12	58,53	62,54	65,33	68,02
8	45,19	50,42	53,54	57,21	59,77	62,23
9	41,78	46,61	49,50	52,89	55,26	57,53
10	38,95	43,45	46,14	49,30	51,51	53,62
11	36,55	40,78	43,30	46,27	48,34	50,32
12	34,49	38,48	40,86	43,66	45,61	47,49
13	32,70	36,48	38,74	41,39	43,24	45,02
14	31,12	34,72	36,87	39,40	41,16	42,85
15	29,72	33,16	35,21	37,62	39,31	40,92
16	28,47	31,76	33,73	36,04	37,65	39,20
17	27,34	30,51	32,39	34,61	36,16	37,65
18	26,32	29,37	31,18	33,32	34,81	36,24
19	25,39	28,33	30,08	32,14	33,58	34,96
20	24,54	27,37	29,07	31,06	32,45	33,78
21	23,75	26,50	28,14	30,06	31,41	32,70
22	23,02	25,69	27,28	29,15	30,45	31,70
23	22,35	24,94	26,48	28,30	29,56	30,78
24	21,73	24,24	25,74	27,50	28,73	29,91

**Gambar 1.** Kurva IDF dengan Metode Mononobe

### Debit Aliran Dasar (*Base Flow*)

Dengan pertimbangan bahwa lokasi studi tidak tersedia data debit pengamatan untuk mengetahui debit aliran dasar, maka perhitungan Debit Aliran Dasar (*Base Flow*) dihitung menggunakan pendekatan dengan variabel masukan luas DAS dan kerapatan jaringan sungai (*drainage density*). Berikut merupakan tahapan perhitungan Debit Aliran Dasar (*Base Flow*) :

$$D = \frac{\text{Panjang Total Tingkat Sungai}}{\text{Luas DAS (A)}}$$

$$= \frac{27,5}{88}$$

$$= 0,3125$$

Menghitung besar aliran dasar QB dengan menggunakan Persamaan sebagai berikut:

$$QB = 0,4751 \times A^{0,6444} \times D^{0,9430}$$

$$= 0,4751 \times 88^{0,6444} \times 0,3125^{0,9430}$$

$$= 2,819 \text{ m}^3/\text{detik}$$

### Hidrograf Satuan Sintetis Limantara

Persamaan umum Hidrograf Satuan Sintetis ITB 2 adalah sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{0,275 \times C_p \times A}{T_p}$$

Dengan menggunakan persamaan yang dijelaskan pada langkah-langkah perhitungan dibawah ini adapun parameter-parameter perhitungan yang diperlukan adalah:

Karakteristik Sungai Air Manna, meliputi:

Luas daerah aliran sungai (A)= 88 km<sup>2</sup>

Panjang sungai utama (L)= 27,50 km

Koefisien waktu (C<sub>t</sub>) = 1

Durasi hujan standar (T<sub>r</sub>)= 1

Curah Hujan Satuan (R) = 1 mm

Parameter-parameter Hidrograf

Time Lag (t<sub>p</sub>) m:

$$t_p = C_t 0,81225 L^{0,6}$$

$$= 1 \times 0,81225 \times 27,50^{0,6}$$

$$= 5,933 \text{ jam}$$

Lama curah hujan efektif (t<sub>r</sub>), t<sub>e</sub> dan T<sub>p</sub> menggunakan t<sub>r</sub>= 1 jam :

$$t_e = \frac{t_p}{5,5} = \frac{5,933}{5,5}$$

$$= 1,0787 \text{ jam}$$

t<sub>e</sub> > t<sub>r</sub> = 1 jam, karena nilai dari t<sub>e</sub> > t<sub>r</sub> sehingga persamaan yang digunakan untuk mencari T<sub>p</sub> adalah sebagai berikut:

$$T_p = t_p + 0,25(t_r - t_e)$$

$$= 6 + 0,25(1 - 1,0787)$$

$$= 6 \text{ jam}$$

a. Mencari nilai Debit Puncak (Q<sub>p</sub>) dengan menggunakan Persamaan 2.29 pada Bab II :

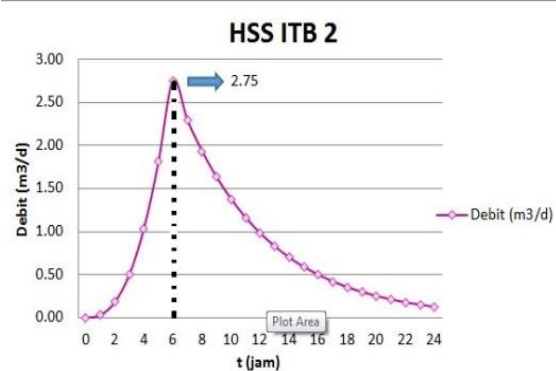
$$Q_p = \frac{R}{3,6T_p} \times \frac{A_{DAS}}{A_{HSS}}$$

$$= \frac{1}{3,6 \times 6} \times \frac{88}{1,501}$$

$$= 2,754 \text{ m}^3/\text{detik}$$

**Tabel 6.** Tabel Perhitungan ITB-2

T (jam)	HSS Tak berdimensi			HSS berdimensi	
	t=T/Tp	q=Q/Qp	A	Q=q*Qp	v
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,17	0,01	0,00	0,03	58,29
2	0,34	0,07	0,01	0,18	388,04
3	0,51	0,18	0,02	0,50	1238,41
4	0,68	0,38	0,05	1,04	2773,98
5	0,85	0,66	0,09	1,81	5123,89
6	1,00	1,00	0,13	2,75	7505,01
7	1,18	0,83	0,25	2,29	14767,13
8	1,35	0,70	0,30	1,94	17610,37
9	1,52	0,59	0,11	1,63	6424,55
10	1,69	0,50	0,09	1,38	5425,02
11	1,86	0,42	0,08	1,17	4581,00
12	2,03	0,36	0,07	0,98	3868,29
13	2,20	0,30	0,06	0,83	3266,47
14	2,37	0,25	0,05	0,70	2758,27
15	2,54	0,22	0,04	0,59	2329,14
16	2,71	0,18	0,03	0,50	1966,78
17	2,87	0,15	0,03	0,42	1660,79
18	3,04	0,13	0,02	0,36	1402,40
19	3,21	0,11	0,02	0,30	1184,22
20	3,38	0,09	0,02	0,25	999,98
21	3,55	0,08	0,01	0,21	844,40
22	3,72	0,07	0,01	0,18	713,03
23	3,89	0,06	0,01	0,15	602,10
24	4,06	0,05	0,01	0,13	508,43



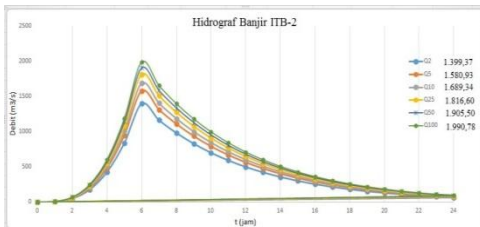
**Gambar 2.** Hidrograf Satuan Sintetis ITB-2

Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa UH (*Unit Hydrograph*) pada saat  $t = 6$  pada nilai jam  $T_p$  adalah waktu dimana puncak atau nilai maksimum untuk nilai UH  $2,754 \text{ m}^3/\text{detik}$ , dan pada saat  $t=24$  jam nilai minimum untuk nilai UH  $0,03238 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Nilai UH yang didapat selanjutnya dimasukkan pada perhitungan hidrograf banjir dengan tabulasi untuk menentukan nilai dan waktu puncak tiap periode ulang. Perhitungan hidrograf banjir metode HSS ITB 2 dilakukan sama seperti pada metode HSS lainnya, dimana parameter yang diperlukan yaitu nilai UH, hujan jam-jaman, hujan efektif, dan aliran dasar (*base flow*). Tabel intensitas hujan efektif jam-jaman pada periode ulang 2 tahun sampai 100 tahun dapat dilihat di bawah ini:

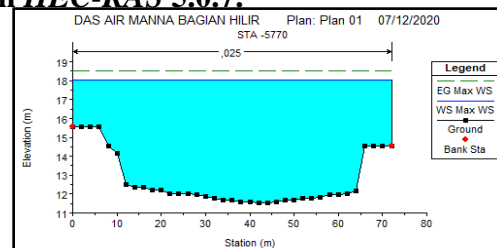
**Tabel 7. Debit Rencana HSS ITB-2 Untuk Periode Ulang 2 Tahun sampai 100 Tahun.**

Waktu (t) (jam)	Periode Ulang (Tahun)					
	Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100
	m <sup>3</sup> /detik	m <sup>3</sup> /detik	m <sup>3</sup> /detik	m <sup>3</sup> /detik	m <sup>3</sup> /detik	m <sup>3</sup> /detik
0	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82
1	8,33	9,01	9,42	9,89	10,22	10,54
2	52,97	59,21	62,94	67,32	70,37	73,31
3	179,60	201,88	215,19	230,81	241,72	252,19
4	429,22	483,56	516,01	554,11	580,72	606,25
5	840,70	948,58	1013,00	1088,62	1141,45	1192,12
6	1399,37	1580,93	1689,34	1816,60	1905,50	1990,78
7	1164,98	1316,06	1406,27	1512,18	1586,15	1657,13
8	984,17	1111,75	1187,93	1277,35	1339,82	1399,75
9	831,49	939,22	1003,55	1079,06	1131,81	1182,42
10	702,57	793,54	847,86	911,62	956,16	998,90
11	593,70	670,52	716,39	770,23	807,84	843,93
12	501,77	566,64	605,37	650,84	682,60	713,07
13	424,15	478,92	511,63	550,02	576,84	602,57
14	358,60	404,85	432,47	464,89	487,53	509,26
15	303,24	342,30	365,62	393,00	412,12	430,47
16	256,50	289,48	309,18	332,29	348,44	363,94
17	217,04	244,89	261,51	281,04	294,67	307,75
18	183,71	207,22	221,27	237,75	249,27	260,31
19	155,57	175,42	187,28	201,20	210,92	220,25
20	131,80	148,57	158,58	170,34	178,55	186,42
21	111,73	125,89	134,35	144,27	151,21	157,86
22	94,79	106,75	113,89	122,27	128,12	133,74
23	80,48	90,58	96,61	103,68	108,63	113,37
24	68,40	76,92	82,01	87,99	92,17	96,17

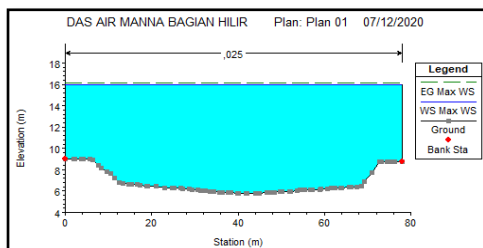
### Hasil Analisis Penampang Sungai Menggunakan *HEC-RAS 5.0.7*.



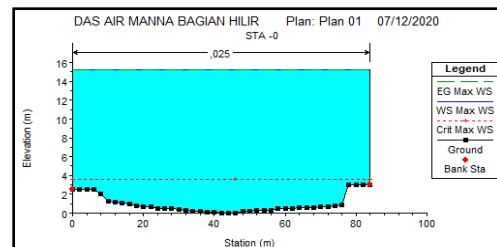
**Gambar 3.** Hidrograf Debit Banjir HSS ITB-2



**Gambar 4.** Profil Melintang Muka Air Pada STA 5770



**Gambar 5.** Profil Melintang Muka Air Pada STA 2885



**Gambar 6.** Profil Melintang Muka Air Pada STA 0

### KESIMPULAN

Berdasarkan studi yang dilakukan, diketahui bahwa luapan air di DAS Air Manna Bagian Hilir terjadi karena adanya debit banjir yang besar dari hulu, tanpa disertai upaya pengendalian.

Analisis Debit Puncak Dengan Pendekatan Metode Hidrograf Satuan Sintetis ITB2 Dan *Hec-Ras 5.0.7* Pada Das Air Manna Bagian Hilir (Amri)

<https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/index>

Berdasarkan analisis hidrolika, diketahui bahwa kapasitas DAS Air Manna Bagian Hilir pada kondisi eksisting tidak mampu mengalirkan debit banjir rencana. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan penampang sungai dan peninggian tanggul untuk menambah kapasitas sungai, sehingga luapan dapat teratasi. Berdasarkan hasil analisa data yang dilakukan bahwa debit puncak pada DAS Air Manna Bagian Hilir pada periode ulang 2 tahun sebesar 1399,37 m<sup>3</sup>/dtk, periode ulang 5 tahun sebesar 1580,93 m<sup>3</sup>/dtk, periode ulang 10 tahun sebesar 1689,34 m<sup>3</sup>/dtk, periode ulang 25 tahun sebesar 1816,60 m<sup>3</sup>/dtk, periode ulang 50 tahun sebesar 1905,50 m<sup>3</sup>/dtk, periode ulang 100 sebesar 1990,78 m<sup>3</sup>/dtk. Hasil analisis dengan menggunakan program *HEC-RAS* 5.0.7 dengan debit yang telah dihitung dari hasil hidrologi  $Q_{2th}$  di DAS Air Manna Bagian Hilir sebesar 1399,37 m<sup>3</sup>/detik sudah tidak mampu menampung debit banjir. Daerah yang potensi banjir yaitu dimulai dari daerah titik hulu penelitian hingga daerah hilir titik penelitian peneliti. Dengan luasan DAS Air Manna Bagian Hilir cukup yang besar, diperlukan stasiun hujan yang lebih banyak dan merata, sehingga didapatkan data yang lebih banyak. Data curah hujan yang digunakan disarankan sebaiknya lebih panjang, karena semakin panjang tahun data yang digunakan akan menghasilkan kemencengan yang lebih kecil terhadap perhitungan. Penelitian ini hanya sebatas prediksi dan belum bisa dijadikan acuan untuk penanggulangan banjir yang terjadi pada DAS Air Manna Bagian Hilir, perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan memperbanyak titik tinjauan agar data yang dihasilkan lebih nyata dengan yang terjadi di lapangan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K., & Syukron, A. (2014). Analisis Debit Puncak Das Padang Guci Kabupaten Kaur Provinsi Bengkulu. *Jurnal Fropil*, 2(2), 108–119.
- Aryani, D. (2014). Ketelitian Estimasi Banjir Berdasarkan Data Curah Hujan Das. *Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Hasanuddin*, 1–121.
- Auliyani, D. (2017). Daerah Bahaya Banjir Di Sub Daerah Aliran Sungai Sepauk Dan Tempunak, Kabupaten Sintang, Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 1(2), 83–95.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Provinsi Bengkulu periode pencatatan 2010-2019, 2019.
- Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (BPDASHL), Ketahun, 2012.
- Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, 2017.
- Fitrianda, M. I. (2013). *Perbandingan Model Hujan- Aliran Menggunakan Nreca Dan Tangki Di Sub Das Dinoyo Kabupaten Jember*.
- Gunawan, G. (2019). Analisis Data Hidrologi Sungai Air Bengkulu Menggunakan Metode Statistik. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 47–58.
- Gunawan, G., Besperi, B., & Purnama, L. (2020). Analisis Debit Banjir Rancangan Sub DAS Air Bengkulu Menggunakan Analisis Frekuensi dan Metode Distribusi. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 17(1), 1–9.
- Kamase, M., Hendratta, L. A., & Sumarauw, J. S. F. (2017). Analisis Debit dan Tinggi Muka Air Sungai Tondano di Jembatan Desa Kuwil Kecamatan Kalawat. *Jurnal Sipil Statik*, 5(4), 175–

185.

- Natakusumah, D. K., Hatmoko, W., & Harlan, D. (2011). Prosedur Umum Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis dengan Cara ITB dan Beberapa Contoh Penerapannya. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(3), 251.
- Parinduri, R. T., Gunawan, G., & Amri, K. (2020). Evaluasi Kinerja Das Air Bengkulu Dengan Menggunakan Metode HSS Nakayasu Dan Program HEC-RAS Versi 5.0.1 (Studi Kasus DAS Air Bengkulu). *Civil Engineering and Built Environment Conference 2019*, 1(June), 263–269.
- Putra, W. A. (2016). Studi Experimen Distribusi Kecepatan Pada Saluran Lurus Di Sungai Batang Lubuh. *Jurnal Mahasiswa Teknik UPP*, 2(1), 1–10.
- Rahardjo, P. (2011). *Rehabilitasi Ekosistem Daerah Aliran Sungai Dengan Pendekatan Penataan Ruang (Kasus DAS Paremang Kabupaten Luwu Sulawesi Selatan)*.
- Satria, S. A. A. Al, Kustamar, & Wulandari, L. K. (2018). Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Saluran Drainase Batu Kali Dengan Beton Readymix Dan Beton Pracetak Pada Ruas Jalan Boyolangu-Campudarat Kabupaten Tulungagung. 28–39.
- Syahroni, M., Amri, K., & Afrizal, Y. (2017). Analisis Debit Puncak Menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintesis ITB 1 Dan HEC-RAS Versi 5.0.7 (Studi Kasus DAS Air Manna Bagian Hilir). *Jurnal Inersia Universitas Bengkulu*, 13(1), 17–24.
- Tri, B., Andy, H., & Manyuk, F. (2017). Kesesuaian model hidrograf satuan sintetik (hss) berdasarkan karakteristik daerah aliran sungai di wilayah sungai indragiri- akuaman. *Jom FTEKNIK*, 4(2), 1–13.
- Yusniyanti, E., & Kurniati, K. (2017). Analisa Puncak Banjir Dengan Metode MAF (Studi Kasus Sungai Krueng Keureuto). *EINSTEIN E-JOURNAL*, 5(1), 7–12. <https://doi.org/10.24114/einstein.v5i1.7224>
- Zulkifli, M. (2020). Analisa Debit Embung Bangka Dalam Upaya Mengoptimalkan Pemanfaatan Air Di Desa Durian Kecamatan Janapria Kabupaten Lombok Tengah. *Skripsi Rekayasa Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram*, 53(1), 1–41.