



Analisis Debit Banjir Rancangan Sub DAS Air Bengkulu Menggunakan Analisis Frekuensi dan Metode Distribusi

¹Gusta Gunawan, ²Besperi, ³Liza Purnama

^{1,2,3} Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

¹g.gunawan@unib.ac.id, ²besperi_mt@unib.ac.id, ³liza@gmail.com

Abstract

The Design discharge is the important data needed for design of the water infrastructure. The purpose of this study is to estimate the design discharge with a variety of times using a frequency analysis in the Air Bengkulu Sub-watershed. Rain fall data were obtained from the BMKG of Bengkulu province, its starting from 2009 to 2018 years. The design flood estimation method used a statistical method. It is using the distribution method. The initial stage of the research is to process rain data and then conduct frequency analysis. The mathematical equation for frequency analysis includes statistical equations to determine the average value, standard deviation, coefficient of variation, skewness coefficient and kurtosis coefficient. The method used in determining the type of distribution for frequency analysis in this study uses the Gumbel Type I distribution method, Pearson Log Type III, Normal, and Normal Log. Distribution fit test was performed with chi square test and Kalmogorof Smirnov test. The results of estimated design discharges for the 2 years return period, 5 years return period, 10 years return period, 25 years return period, 50 years return period and 100 years returns period in the Air Bengkulu down stream Sub-watershed are respectively $125.16 \text{ m}^3 / \text{sec}$ (2 years return period), $145.24 \text{ m}^3 / \text{sec}$ (5 years return period), $157.59 \text{ m}^3 / \text{sec}$ (10 years return period), $172.43 \text{ m}^3 / \text{sec}$ (25 years return period), $183.03 \text{ m}^3 / \text{sec}$ (50 years return period) and $193.34 \text{ m}^3 / \text{sec}$ (100 years return period).

Keywords: Watershed, Air Bengkulu, Design Discharge, Frequency Analysis, Distribution Analysis

Abstrak

Debit rancangan merupakan data utama yang sangat dibutuhkan dalam merencanakan bangunan air. Tujuan dari penelitian ini adalah mengestimasi debit rancangan dengan berbagai kala ulang menggunakan analisa frekuensi distribusi data hujan di Sub DAS Air Bengkulu Hilir. Data Hujan diperoleh dari BMKG provinsi Bengkulu mulai dari tahun 2009 – 2018. Metode estimasi debit banjir rancangan pada penelitian ini menggunakan metode statistic menggunakan metode distribusi. Tahap awal dari penelitian adalah mengolah data hujan lalu melakukan analisis

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 18-02-2020 | Selesai Revisi : 15-04-2020 | Diterbitkan Online : 23-04-2020

frekuensi. Persamaan matematis untuk analisis frekuensi meliputi persamaan statistic untuk menentukan nilai rata-rata, standar deviasi, koefisien variasi, koefisien kemiringan, dan koefisien kurtosis. Cara yang digunakan dalam penentuan jenis sebaran untuk analisis frekuensi dalam penelitian ini menggunakan metode distribusi Gumbel Tipe I, Log Pearson Tipe III, Normal, dan Log Normal. Uji kecocokan distribusi dilakukan dengan uji chi kuadrat dan uji Smirnov Kalmogorof. Hasil estimasi debit rancangan untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun di Sub DAS Air Bengkulu Hilir masing-masing nilainya secara berurutan adalah sebesar 125,16 m³/detik (kala ulang 2 tahun), 145,24 m³/detik (kala ulang 5 tahun), 157,59 m³/detik (kala ulang 10 tahun), 172,43 m³/detik (kala ulang 25 tahun), 183,03 m³/detik (kala ulang 50 tahun) dan 193,34 m³/detik (kala ulang 100 tahun).

Kata kunci: DAS, Air Bengkulu, Debit Rancangan, Analisis Frekuensi, Analisis Distribusi

© 2020 Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil

1. Pendahuluan

Das Air Bengkulu terbagi dalam 3 Sub-DAS yaitu Sub-DAS Rindu Hati mencakup area seluas 19.207 ha, Sub-DAS Susup mencakup area seluas 9.890 ha, dan Sub-DAS Bengkulu Hilir mencakup area seluas 22.402 ha [1]. DAS Air Bengkulu termasuk dalam DAS kritis sehingga perlu mendapat perhatian serius. Kondisi kritis ini muncul karena alih fungsi lahan hutan menjadi fungsi lain di kawasan DAS Air Bengkulu bagian hulu. Akibat dari alih fungsi lahan tersebut menyebabkan Kota Bengkulu mengalami banjir setiap tahunnya.

Pengendalian banjir perlu dilakukan untuk menurunkan tingkat risiko kerugian baik kerugian harta benda maupun kerugian jiwa. Pengendalian banjir dapat dilakukan dengan upaya-upaya secara struktural maupun non-struktural. Upaya secara struktural dapat berupa tindakan menormalisasi sungai, pembangunan waduk pengendali banjir, pengurangan debit puncak banjir, dan lain-lain.

Pemerintah Kota Bengkulu berencana untuk melakukan upaya pengendalian banjir dengan cara membangun embung di beberapa tempat.

Akan tetapi informasi mengenai debit banjir rancangan untuk Sub DAS Bengkulu bagian hilir masih sedikit. Padahal, informasi mengenai debit banjir rancangan sangat dibutuhkan sekali dalam perencanaan.

Banyak para peneliti melakukan analisis debit banjir menggunakan hidrograf satuan sintesis dengan HSS Nakayasu dan ITB [6], [7], HSS Gama I dan Limantara [9], [10]. Para peneliti yang telah melakukan penelitian debit puncak di Sub DAS Air Bengkulu Hilir adalah [3], [5]. Debit puncak diestimasi oleh kedua peneliti tersebut menggunakan hidrograf satuan sintesis. Pemodelan luapan banjir Sungai Air Bengkulu diteliti oleh [13].

Akan tetapi, estimasi debit menggunakan HSS membutuhkan data DAS yang agak kompleks sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk mengolah datanya. Padahal

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 18-02-2020 | Selesai Revisi : 15-04-2020 | Diterbitkan Online : 23-04-2020

estimasi debit rancangan juga bisa dilakukan menggunakan metode statistik [12].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan debit banjir rancangan pada sub DAS Air Bengkulu bagian hilir menggunakan analisis frekuensi dan distribusi untuk berbagai kala ulang.

2. Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Sub-DAS Bengkulu Hilir.



Gambar 1.Lokasi Penelitian

Sumber : BPDAS Ketahun, 2019

Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan data curah hujan dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Bengkulu. Data curah hujan yang digunakan data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir sejak tahun 2009 hingga tahun 2018 dari lima pos hujan.

Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini berupa Seperangkat komputer (PC), *Microsoft Word* dan *Microsoft Excel*, Alat tulis, Kalkulator,

Distribusi Curah Hujan Rata-Rata Wilayah

Data curah hujan yang dipakai untuk perhitungan debit banjir adalah hujan yang terjadi pada daerah aliran sungai pada waktu yang sama. Cara perhitungan curah hujan menggunakan metode poligon *Thiessen* [8].Metode ini cocok jika stasiun hujan tidak tersebar merata dan jumlahnya terbatas dibanding luasnya.

Analisa Frekuensi

Data yang digunakan untuk analisis frekuensi adalah data hujan 10 tahun mulai dari sejak tahun 2009 hingga tahun 2018 dari lima pos hujan. Perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata, standar deviasi, koefisien variasi, koefisien kemiringan, dan koefisien kurtosis. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Nilai rata-rata

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

2. Standar deviasi

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

3. Koefisien kemiringan

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

4. Koefisien kurtosis

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

5. Koefisien variasi

$$Cv = \frac{Sd^4}{\bar{X}} \quad (5)$$

Dimana :

Sd =Devisi standar

Cs =Koefisien kemiringan (*Skewness*)

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 18-02-2020 | Selesai Revisi : 15-04-2020 | Diterbitkan Online : 23-04-2020

Ck = Koefisien kurtosis

Cv = Koefisien variasi

X_i = Nilai varian kei

\bar{X} = Nilai rata-rata varian

n = Jumlah data

Pemilihan Jenis Sebaran

Masing-masing sebaran memiliki sifat-sifat khas sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan sifat statistik masing-masing sebaran tersebut. Cara yang digunakan dalam penentuan jenis sebaran untuk analisis frekuensi dalam penelitian ini adalah distribusi Gumbel Tipe I, Log Pearson Tipe III, Normal, dan Log Normal [8].

a. Distribusi Gumbel Tipe I

Persamaan distribusi frekuensi empiris yang digunakan untuk menghitung curah hujan rancangan sebagai berikut (Soemarto, 1999):

$$X_T = \bar{X} + \frac{S}{s_n}(Y_T - Y_n) \quad (6)$$

Dimana:

X_T = Nilai hujan rancangan dengan data ukur T tahun (mm)

\bar{X} = Nilai rata-rata hujan (mm)

S = Deviasi standar (simpangan baku)

$$= \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (7)$$

Y_T = Nilai reduksi variat (*reduced variate*) dari variable yang diharapkan terjadi pada periode ulang T tahun, dapat dihitung dengan rumus:

$$= -\ln[-\ln \frac{T-1}{T}]; \text{ untuk } T \geq 20, \text{ maka } Y = \ln T \quad (8)$$

Y_n = Nilai rata-rata dari reduksi variat (*reduced mean*) nilai nya tergantung dari jumlah data (n)

b. Distribusi Log Pearson Tipe III

Metode Log Pearson Tipe III menggunakan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1999):

$$Y = \bar{Y} + k \times S \quad (9)$$

Dimana:

Y = Nilai logaritmik dari X atau log X

X = Curah hujan (mm)

\bar{Y} = Rata-rata hitung (lebih baik rata-rata geometrik) nilai Y

S = Deviasi standar nilai Y

K = Karakteristik distribusi peluang Log-Person Tipe III

c. Distribusi Normal

Persamaan distribusi normal yang digunakan sebagai berikut:

$$P(X_1 < X < X_2) = \int_{x_1}^{x_2} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{1}{2}[\frac{X-\mu}{\sigma}]^2} dx \quad (10)$$

d. Distribusi Log Normal

Persamaan distribusi Log Normal yang akan digunakan sebagai berikut (Soerwarno, 1995):

$$X_T = \bar{X} + Kt \times S \quad (11)$$

Dimana:

X_T = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi dengan periode ulang X tahun (mm)

\bar{X} = Curah hujan rata-rata (mm)

Kt = Standar variable untuk periode ulang T tahun

S = Deviasi standar data hujan maksimum tahunan

Adapun syarat masing-masing jenis distribusi yang digunakan seperti pada Tabel 1 berikut

Informasi Artikel

Tabel 1. Persyaratan Parameter Statistik

Distribusi	Persyaratan
Normal	$Cs \approx 0$
	$Ck \approx 3$
LogNormal	$Cs \approx Cv^3 + 3Cv$
	$Ck \approx Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
Gumbel	$Cs \approx 1,14$
	$Ck \approx 5,4$
LogPearsonIII	Selain dari nilai diatas

Sumber :Robot, 2014

Pengujian Kecocokan Sebaran

Ada dua jenis uji kecocokan sebaran yang dilakukan yaitu uji Kecocokan Chi-Kuadrat (*Chi-Square*) dan uji Kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* [12].

1. Uji Kecocokan Chi-Kuadrat (Chi-Square)

Persamaan matematis yang digunakan untuk pengujian dengan metode kecocokan Chi Kuadrat adalah sebagai berikut :

$$X^2 = \sum_{t=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (12)$$

Dimana:

X^2 = Harga *Chi-Square* terhitung

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

N = Jumlah data

Suatu distribusi dikatakan selaras jika nilai X^2 hitung $< X^2$ kritis.

Nilai nyata tertentu (*level of significant*) yang sering diambil adalah 5%. Derajat

kebebasan ini secara umum dihitung dengan rumus sebagai berikut [12].

$$Dk = K - (P + 1) \quad (13)$$

Dimana:

Dk = Derajat kebebasan

P = Nilai untuk distribusi

2. Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

Perbedaan maksimum yang dihitung (Δ_{maks}) dibandingkan dengan perbedaan kritis (Δ_{cr}) untuk suatu derajat nyata dan banyaknya variat tertentu, maka sebaran sesuai jika (Δ_{maks}) $< (\Delta_{cr})$. Pengujian menggunakan rumus sebagai berikut [12].

$$\alpha = \frac{P_{maks}}{P(x)} - \frac{P(x)}{\Delta_{cr}} \quad (14)$$

Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan dihitung berdasarkan jenis distribusi di sub DAS Air Bengkulu Hilir dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun

3. Hasil dan Pembahasan

Data curah hujan diperoleh dari 5 (lima) pos hujan yang terletak di sub DAS Air Bengkulu Hilir.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 18-02-2020 | Selesai Revisi : 15-04-2020 | Diterbitkan Online : 23-04-2020

Tabel 2.Data Curah Hujan DAS Air Bengkulu

Tahun	Rh max Stasiun (mm)					Rh max rata-rata (mm)
	MB	JK	TJ	UB	TM	
2009	113	162	151	201	164	158,11
2010	125	155	122	159	98	131,88
2011	106	117	95	168	91	115,36
2012	102	84	224	165	71	129,14
2013	162	168	80	163	104	135,34
2014	79	101	131	156	88	110,94
2015	76	108	113	135	88	103,94
2016	71	151	198	198	130	149,58
2017	79	200	175	180	127	152,14
2018	61	149	186	202	62	131,98
Rata-Rata	97	140	148	173	102	131,84

Sumber :BMKG Provinsi Bengkulu, 2019

Keterangan :MB= Muara Bangkahulu, JK = Jaya Karta, TJ = Tanjung Jaya, UB = Universitas Bengkulu, TM = Taba Mutung

Data curah hujan rerata maksimum pada Tabel 1 diurutkan dari data hujan yang kecil ke yang besar dan hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Curah Hujan Rerata Tahunan dari Kecil Terbesar

No	Tahun	R _{thiessen} (mm)
1	2015	101,405
2	2011	103,624
3	2014	104,976
4	2012	120,990
5	2013	123,207
6	2010	125,921
7	2018	126,224
8	2016	152,578
9	2009	157,503
10	2017	160,373

Analisa Frekuensi

Hasil perhitungan Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi) yang telah dilakukan sebagai berikut :

Rata-rata	: 127,68
Standar Deviasi	: 22,19
Koefisien Kemencengen (Cs)	: 0,42
Koefisien Kurtosis (Ck)	: 1,40
Koefisien Variasi (Cv)	: 0,174

Pemilihan Jenis Sebaran

Pemilihan jenis sebaran data hujan dilakukan dengan menggunakan kriteria yang terdapat pada Tabel 1 lalu membandingkan nilainya dengan persyaratan yang diminta untuk masing-masing distribusi. Persyaratan untuk masing-masing jenis distribusi disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Persyaratan Jenis Sebaran

Jenis Distribusi	Persyaratan	Keterangan
Normal	Cs ≈ 0	Tidak
LogNormal	Ck ≈ 3	Tidak
	Cs ≈ 2	
Gumbel	Ck ≈ 10,11	Tidak
	Cs ≈ 1,14	
LogPearsonIII	Ck ≈ 5.4 Selain dari nilai diatas	Ya

Sumber : Data Primer, 2019

Dari Tabel 4 diketahui bahwa distribusi data hujan di Sub DAS Air Bengkulu Hilir termasuk pada distribusi Log Pearson tipe III.

Pengujian Kecocokan Sebaran

Pengujian kecocokan sebaran Metode Log Pearson Tipe III dilakukan dengan menggunakan uji kecocokan sebaran Chi-

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 18-02-2020 | Selesai Revisi : 15-04-2020 | Diterbitkan Online : 23-04-2020

Kuadrat (*Chi-Square*) dan Uji Kecocokan *Smirnov-Kolmogorov*.

Pengujian dengan Chi-Kuadrat (*Chi-Square*) menggunakan Jumlah kelas (K) sebanyak 5, Derajat kebebasan (DK) 3, $E_i = 2$, $\Delta X = 15$. Perhitungannya diperagakan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Uji Chi Kuadrat

No	Probabilitas (%)			Jumlah Data		X ²
		< x <		O _i	E _i	
1	93,905	< x <	108,905	3	2	0,50
2	108,905	< x <	123,905	2	2	0,00
3	123,905	< x <	138,905	2	2	0,00
4	138,905	< x <	153,905	1	2	0,50
5	153,905	< x <	168,905	2	2	0,00
	Jumlah			10	2	1

Sumber : Data Primer, 2019

Dari Tabel 5 didapatkan nilai X² hasil hitungan = 1 sedangkan nilai dari X² Cr = 7,815 sehingga X² hitungan lebih kecil dari nilai X² Cr maka hipotesa yang diuji dapat diterima.

Selanjutnya pengujian sebaran kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* dilakukan menggunakan nilai rata-rata curah hujan (X_{rt}) sebesar 127,680 mm, Standar Deviasi (SD) sebesar 22,19, Jumlah data (n) sebanyak 10, Derajat kepercayaan (α) sebesar 5% maka diperoleh :

$$D_{maks} = 0,202$$

$$D0_{kritis} = 0,41$$

Nilai Do kritis didapat dari tabel dengan cara melihat jumlah data (n) dihubungkan pada derajat kepercayaan (α).

Dari perbandingan di atas dapat diketahui bahwa $D_{maks} (0,202) < D0_{kritis} (0,41)$, maka metode sebaran yang diuji dapat diterima.

Hasil perhitungan rinci dari uji kecocokan sebaran menggunakan uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* disajikan pada Tabel 6 .

Tabel 6. Uji Smirnov- Kolmogorov

Log Xi	M	P(x)	P(x<)	f(t)	P'(x<)	D
a	b	c	d	e	f	g
93,12	1	0,09	0,91	-1,18	0,89	0,020
101,41	2	0,18	0,82	-1,08	0,78	0,040
103,62	3	0,27	0,73	-1,02	0,67	0,061
104,98	4	0,36	0,64	-0,30	0,56	0,081
120,99	5	0,45	0,55	-0,20	0,44	0,101
123,21	6	0,55	0,45	-0,08	0,33	0,121
125,92	7	0,64	0,36	-0,07	0,22	0,141
126,22	8	0,73	0,27	1,12	0,11	0,162
152,58	9	0,82	0,18	1,34	0,00	0,182
160,37	10	0,91	0,09	1,47	-0,11	0,202

Sumber : Data Primer, 2019

Berdasarkan uji kecocokan yang telah dilakukan dengan dua metode yaitu uji Chi Kuadrat dan *Smirnov Kolmogorov* maka distribusi data hujan di Sub DAS Air Bengkulu Hilir mengikuti distribusi Log Person III.

Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan dihitung berdasarkan distribusi Log Person Tipe III dengan kala

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 18-02-2020 | Selesai Revisi : 15-04-2020 | Diterbitkan Online : 23-04-2020

ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Hasil perhitungannya disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan Debit Rancangan

tr	Log (X)	Sd log X	Cs	K	Y	X _{tr}
2	2,100	0,07	0,23	0,038	2,10	125,16
5	2,100	0,07	0,23	0,828	2,16	145,24
10	2,100	0,07	0,23	1,303	2,20	157,59
25	2,100	0,07	0,23	1,827	2,24	172,43
50	2,100	0,07	0,23	2,174	2,26	183,03
100	2,100	0,07	0,23	2,493	2,29	193,34

Sumber : Data Primer, 2019

Hasil estimasi debit rancangan untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun di Sub DAS Air Bengkulu Hilir masing-masing nilainya secara berurutan adalah sebesar 125,16 m³/detik (kala ulang 2 tahun), 145,24 m³/detik (kala ulang 5 tahun), 157,59 m³/detik (kala ulang 10 tahun), 172,43 m³/detik (kala ulang 25 tahun), 183,03 m³/detik (kala ulang 50 tahun) dan 193,34 m³/detik (kala ulang 100 tahun).

4. Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan hasil analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Distribusi data hujan di Sub DAS Air Bengkulu Hilir termasuk pada distribusi Log Pearson tipe III.
2. Hasil uji kecocokan distribusi dengan dua metode yaitu uji Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov maka distribusi Log Person III untuk sebaran data hujan di Sub DAS Air Bengkulu Hilir dapat diterima.

3. Debit rancangan untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun secara berurutan nilainya sebesar 125,16 m³/detik, 145,24 m³/detik, 157,59 m³/detik, 172,43 m³/detik, 183,03 m³/detik dan 193,34 m³/detik.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan Universitas Bengkulu dan pimpinan Fakultas Teknik UNIB yang sangat membantu proses administrasi penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pimpinan BMKG Provinsi Bengkulu, BP DAS Ketahun dan BWS Sumatera VII yang telah membantu data-data hujan dan data-data lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] Ardiansyah, O., & Mustikasari, R. (2011). Gambaran Umum Permasalahan Pengelolaan Air DAS Air Bengkulu. Telapak
- [2] BPDAS Ketahun (2019), Batas DAS Air Bengkulu, <http://sipdas.menlhk.go.id/>
- [3] Kurniawan, O. (2019). Analisis Debit Puncak Menggunakan Pendekatan Metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder dan HEC-RAS
- [4] Versi 5.0.7 (Studi Kasus DAS Air Brngkulu di Bagian Hilir). Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- [5] Mareta, P. E. (2019). Analisis Debit Puncak DAS Air Bengkulu Bagian Hilir Menggunakan Pendekatan Metode Hidrograf Satuan Sintetis Soil

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 18-02-2020 | Selesai Revisi : 15-04-2020 | Diterbitkan Online : 23-04-2020

- Conservation Service (HSS SCS) dan Program HEC-RAS 5.0.7. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- [6] Margini, N., Nusantara, D., & Ansori, M. (2017). Analisis Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu dan ITB Pada Sub DAS Konto, Jawa Timur. *Jurnal Teknik Hidroteknik* Vol. 2 No. 1.
- [7] 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): 251-291.
- [8] Negoro, A. N., & Pramawan, H. (2008). *Perencanaan Teknis Embung Silandak Sebagai Pengendali Banjir Kali Silandak Semarang*. Semarang: Universitas Diponegoro Semarang
- [9] Rapar, S., Mananoma, T., Wuisan, E., & Binilang, A. (2014). Analisis Debit Banjir Sungai Tondano Menggunakan Metode HSS Gama I dan HSS Limantara. *Jurnal Sipil Statistik* Vol. 2 No. 1.
- [10] Robot, J. A. (2014). Analisis Debit Banjir Sungai Ranoyapo Menggunakan Metode HSS GAMA-I dan HSS Limantara. *Jurnal Sipil Statistik* Vol. 2 No.1.
- [11] Sebastian, L. (2008). Pendekatan Pencegahan dan Penanggulangan Banjir. *Dinamika Teknik Sipil* Vol. 8 No. 2.
- [12] Soerwarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data* Jilid 1. Bandung: Nova.
- [13] Suryatmo, I. S. (2016). *Pemodelan Luapan Banjir Sungai Air Bengkulu Menggunakan HEC- GeoRAS*. Bengkulu: Fakultas Teknik Universitas Bengkulu.
- [14] Soemarto. (1986). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- [15] Syarifudin, A. (2017). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Andi.
- [16] Timur, H. M. (2017). *Stabilitas Talud dan Bendung Untuk Embung memanjang Desa Ngawu, Kecamatan playen, Kabupaten Kidul, Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 18-02-2020 | Selesai Revisi : 15-04-2020 | Diterbitkan Online : 23-04-2020
