

Analisis Perbandingan Debit Banjir Rencana Menggunakan Metode Empiris Dan Simulasi Aplikasi HEC-HMS Di Das Maros

Farida Gaffar¹ | Nasrah² | Adelia³ | Farouk Maricar⁴

^{1,2,3,4} Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

Email : Nasrahjumadi1312@gmail.com

Abstrak

DAS yang terletak di kabupaten Maros disebut juga DAS Maros dengan luas $\pm 659,78 \text{ km}^2$ dan panjang sungai utama adalah 69 km. Daerah aliran sungai Maros secara administrasi terletak di wilayah Maros tepatnya berada di Kecamatan Maros Baru, Bantimurung, Tanralili dan Camba. Sungai Maros dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kebutuhan lahan pertanian, lalu lintas nelayan menuju laut, serta kegiatan lainnya. Tingkat rawan banjir di DAS Maros terdapat 3 kelas yaitu : tidak rawan, rawan dan sangat rawan. Curah hujan di wilayah DAS Maros cukup tinggi karena curah hujan berkisar 2000 hingga 4000 mm/thn. Curah hujan tersebut tersebar dibagian tengah hingga hulu DAS Maros, meliputi wilayah kecamatan Bantimurung bagian selatan, Simbang bagian timur, dan Tompobulu. Oleh karena itu, perhitungan dan permodelan besarnya debit banjir rencana perlu dilakukan untuk mengetahui besarnya debit banjir rencana yang akan terjadi selama periode waktu tertentu di DAS Maros dengan menggunakan pemodelan debit hujan dan perbedaan perhitungan menggunakan software HEC-HMS dan perhitungan manual menggunakan HSS Nakayasu. Dari hasil analisis perhitungan debit banjir DAS Maros menggunakan metode HSS Nakayasu pada kala ulang 5 tahun sebesar $686,2099 \text{ m}^3/\text{s}$, 10 tahun sebesar $832,4823 \text{ m}^3/\text{s}$, 25 tahun sebesar $1000,2864 \text{ m}^3/\text{s}$, 50 tahun sebesar $1123,9443 \text{ m}^3/\text{s}$, 100 tahun sebesar $1245,7978 \text{ m}^3/\text{s}$, 200 tahun sebesar $1366,3281 \text{ m}^3/\text{s}$. Dari hasil analisis perhitungan debit banjir DAS Maros dengan simulasi HEC-HMS pada kala ulang 5 tahun sebesar $747,1 \text{ m}^3/\text{s}$, 10 tahun sebesar $971,2 \text{ m}^3/\text{s}$, 25 tahun sebesar $1261,9 \text{ m}^3/\text{s}$, 50 tahun sebesar $1495,5 \text{ m}^3/\text{s}$, 100 tahun sebesar $1740,0 \text{ m}^3/\text{s}$, 200 tahun sebesar $1994,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Kata Kunci : Debit Rencana, DAS, HSS Nakayasu, HEC-HMS

Abstract

The watershed located in Maros district is also called the Maros watershed with an area of $\pm 659.78 \text{ km}^2$ and the length of the main river is 69 km. The Maros watershed is administratively located in the Maros region, precisely in the Districts of Maros Baru, Bantimurung, Tanralili and Camba. The Maros River is used by the community for agricultural land, fishing traffic to the sea, and other activities. There are 3 classes of flood-prone levels in the Maros watershed, namely: not vulnerable, vulnerable and very vulnerable. Rainfall in the Maros watershed area is quite high because the rainfall ranges from 2000 to 4000 mm/year. The rainfall is spread from the middle to the upper reaches of the Maros watershed, covering the southern part of the Bantimurung sub-district, the eastern part of Simbang, and Tompobulu. Therefore, it is necessary to calculate and model the magnitude of the planned flood discharge to determine the magnitude of the planned flood discharge that will occur over a certain period of time. in the Maros watershed by using rainfall modeling and differences in calculations using HEC-HMS software and manual calculations using HSS Nakayasu. From the results of the analysis of the calculation of the flood discharge of the Maros watershed using the HSS Nakayasu method at the 5-year return period of $686.2099 \text{ m}^3/\text{s}$, 10 years of $832.4823 \text{ m}^3/\text{s}$, 25 years of $1000.2864 \text{ m}^3/\text{s}$, 50 years of $1123.9443 \text{ m}^3/\text{s}$, 100 years of $1245.7978 \text{ m}^3/\text{s}$, 200 years of $1366.3281 \text{ m}^3/\text{s}$. From the results of the analysis of the calculation of the flood discharge of the Maros watershed with the HEC-HMS simulation at the 5-year return period of $747.1 \text{ m}^3/\text{s}$, 10 years of $971.2 \text{ m}^3/\text{s}$, 25 years of $1261.9 \text{ m}^3/\text{s}$, 50 years of $1495.5 \text{ m}^3/\text{s}$, 100 years at $1740.0 \text{ m}^3/\text{s}$, 200 years at $1994.1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Keywords : Planned Debit, Watershed, HSS Nakayasu, HEC-HMS

PENDAHULUAN

DAS adalah daerah yang dibatasi punggung-punggung bukit, dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalirkan air melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama. DAS pada umumnya dibatasi oleh batas topografi berupa punggung bukit. Pemisah topografi ialah pemisah antara wilayah sungai yang satu dengan wilayah sungai lainnya.

DAS yang terletak di kabupaten Maros disebut juga DAS

Maros dengan luas $\pm 659,78 \text{ km}^2$ dan panjang sungai utama adalah

69 km. Daerah aliran sungai Maros secara administrasi terletak di wilayah Maros tepatnya berada di Kecamatan Maros Baru, Bantimurung, Tanralili dan Camba. Sungai Maros dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kebutuhan lahan pertanian, lalu lintas nelayan menuju laut, serta kegiatan lainnya.

Tingkat rawan banjir di DAS Maros terdapat 3 kelas yaitu : tidak rawan, rawan dan sangat rawan. Curah hujan di wilayah DAS

Maros cukup tinggi karena curah hujan berkisar 2000 hingga 4000 mm/thn. Curah hujan tersebut tersebar dibagian tengah hingga hulu DAS Maros, meliputi wilayah kecamatan Bantimurung bagiselatan, Simbang bagian timur, dan Tompobulu.

Salah satu model tranformasi hujan menjadi aliran adalah model HEC-HMS. Model HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center's - Hydrologic Modeling System*) merupakan salah satu model hidrologi yang dimanfaatkan untuk analisis debit banjir

dilokasi kontrol point dari sistem peringatan dini banjir yang akan dibangun. HEC-HMS menjadi bagian dari program komputer untuk menghitung pengalih ragam hujan dan proses *routing* pada suatu sistem DAS. Dalam software HEC-HMS ini terdapat fasilitas kalibrasi maupun simulasi model distribusi, model menerus, dan kemampuan membaca data GIS (Affandi, 2005). Oleh karena itu, perhitungan dan permodelan besarnya debit banjir rencana perlu dilakukan untuk mengetahui besarnya debit banjir rencana yang akan terjadi selama periode waktu tertentu di DAS Maros dengan meng

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian akan dilakukan di Daerah Aliran Sungai Maros yang terbentang dari timur ke barat terletak pada 4°58'2.96" - 5°15'53.05" Lintang Selatan dan 119°28'31.02" - 119°47'54.8" Bujur Timur.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian DAS Maros

Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif karena menggunakan data sekunder yang bersifat kuantitatif yang bergantung pada kemampuan untuk menghitung secara akurat. Penelitian kuantitatif adalah upaya dalam menyelidiki masalah, masalah yang ada merupakan dasar yang digunakan dalam mengambil data. Kemudian menentukan variabel dan diukur dengan angka guna analisa sesuai dengan prosedur dari statistik yang berlaku.

Teknik Pengumpulan Data Dan Sumber Data

Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data tersebut sebagai berikut :

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan cara mengadakan peninjauan atau survei langsung di lapangan data yang berhubungan dengan data primer

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya dari instansi terkait.

Analisis Data

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- Menganalisis data curah hujan menggunakan metode polygon Thiessen dengan menggunakan 5 stasiun hujan yaitu Sta.Salojirang, Sta.Tanralili, Sta. Bonti-bonti, Sta. Malino dan Sta. Puca
- Menghitung curah hujan rencana dengan analisa frekuensi terhadap data curah hujan harian rata-rata maksimum tahunan dengan menggunakan metode Log Person Type III dengan periode beberapa kala ulang.
- Perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode HSS-Nakayasu dan model HEC-HMS

HASIL PENELITIAN

Penentuan Daerah Aliran Sungai

Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS) dilakukan berdasarkan pada peta rupa bumi dan berdasarkan peta tersebut mempunyai luasan sebesar 659,78 km². Penentuan luasan ini dengan menggunakan program Arcgis.

Penentuan Luas Pengaruh Stasiun Hujan.

Menentukan koefisien thiessen pada setiap stasiun hujan :

$$C_1 = \frac{A_1}{A_{total}}$$

Dengan :

C1 = Koef. Thiessen

A1 = Luas Catchmen pada stasiun i

Atotal = Luas Catchmen Total

Tabel 1. Luas Pengaruh Stasiun Hujan pada DAS Maros

No	Nama Stasiun	Luas DPS (km ²)	Koefisien Thiessen
1	Puca	245,69 km ²	0,37
2	Tanralili	131,74 km ²	0,20
3	Bonti-Bonti	66,70 km ²	0,10
4	Salojirang	128,67	0,20
5	Malino	86,98	0,13
Luas Total		659,78 km ²	1

Sumber : Hasil Perhitungan

Analisis Frekuensi

Dari hasil perhitungan hujan rerata kawasan dengan metode Thiessen, perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan harian yang akan digunakan dalam penentuan debit banjir rencana.

Pemilihan Jenis Distribusi

Untuk dapat menemukan jenis distribusi yang akan dipakai sebelumnya dilakukan pencocokan parameter statistik dengan syarat-syarat dari jenis distribusi. Berikut tabel syarat jenis distribusi ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Penentuan Distribusi Curah Hujan

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	Keterangan
1	Normal	Cs = 0	1,56	Tidak diterima
		Ck = 3	6,14	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv	1,12	Tidak diterima
		Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ +15 Cv ² +16 Cv ² + 3	7,03	
3	Gumbel	Cs = 1,14	1,56	Tidak diterima
		Ck = 5,4	6,14	
4	Log Person III	Selain dari nilai diatas/flexibel		Diterima

Debit Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu

Dalam menentukan debit banjir rencana non hidrograf digunakan metode HSS Nakayasu. Berikut proses perhitungan debit banjir rancangan metode Nakayasu:

Hitung t_g, t_r, T_p, T_{0,3}

Untuk L > 15 km maka perhitungan waktu kelambatan (time lag, t_g) menggunakan rumus : t_g = 0,4 + 0,058 L

a. Waktu kelambatan (time lag, t_g)

$$t_g = 0,4 + 0,058 L$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 \times 69$$

$$t_g = 4,40 \text{ jam}$$

b. Waktu puncak dan debit puncak hidrograf satuan sintesis

$$t_r = 0,5 \times t_g$$

$$t_r = 0,5 \times 4,40$$

$$t_r = 2,20 \text{ jam}$$

c. Waktu puncak

$$T_p = t_g + (0,8 t_r)$$

$$T_p = 4,40 + (0,8 \times 2,20)$$

$$T_p = 6,16 \text{ jam}$$

d. Waktu saat debit sa,a demgam 0,3 kali debit puncak

$$t_{0,3} = \alpha \times t_g$$

$$t_{0,3} = 2 \times 4,40$$

$$t_{0,3} = 8,80 \text{ jam}$$

e. Hitung debit puncak (Q_p) hidrograf satuan sintesis

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \times \left(\frac{A \times R_e}{0,3 T_p + t_{0,3}} \right)$$

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \times \left(\frac{659,78 \times 1}{0,3 \times 6,16 + 8,80} \right)$$

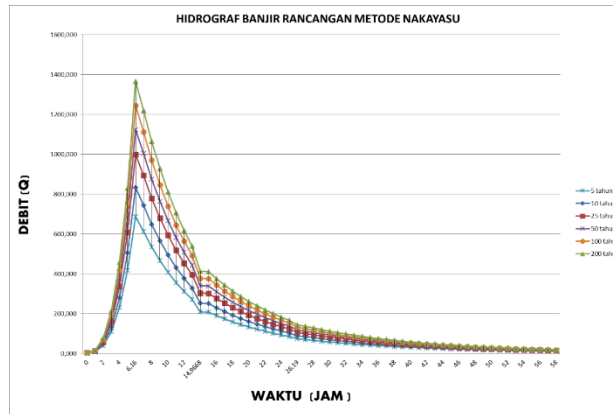
$$Q_p = 17,20 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

TABEL 3 Rekapitulasi Hidrograf Nakayasu

t (jam)	Q total					
	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun	100 tahun	200 tahun
0	3,6860	3,6860	3,6860	3,6860	3,6860	3,6860
1	9,7128	11,0044	12,4861	13,5780	14,6540	15,7183
2	40,0987	47,9023	56,8547	63,4519	69,9527	76,3830
3	109,7378	132,4659	158,5396	177,7538	196,6876	215,4158
4	231,5493	280,3829	336,4050	377,6887	418,3699	458,6094
5	417,3543	506,0079	607,7116	682,6589	756,5126	829,5644
6,16	686,2099	832,4823	1000,2864	1123,9443	1245,7978	1366,3281
7	613,0396	743,6307	893,4454	1003,8464	1112,6365	1220,2453

Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar 1 : Grafik Rekapitulasi Hidrograf Nakayasu



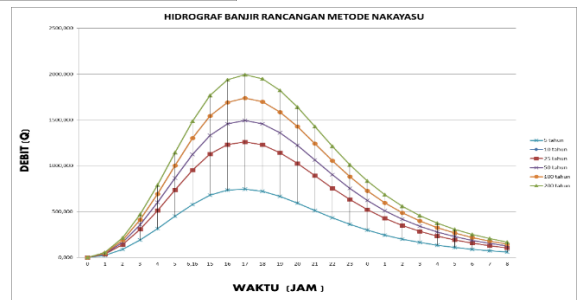
Pada Rekapitulasi grafik diatas ditarik kesimpulan bahwa kenaikan debit terjadi sangat cepat pada 5 jam pertama, kemudian penurunan debit membutuhkan waktu yang lama.

Debit Banjir Rencana Simulasi Aplikasi HEC-HMS Metode SCS-CN

Model HEC-HMS dimanfaatkan untuk analisis debit banjir dilokasi “control point” dari sitem peringatan dini banjir yang akan dibangun. HEC-HMS adalah software yang dikembangkan oleh U.S Army Corps of Engineering. Software ini digunakan untuk analisis hidrologi dengan mensimulasikan proses curah hujan dan limpasan langsung (run off) dari sebuah wilayah sungai.

Model HEC-HMS dapat memberikan simulasi hidrologi dari puncak aliran harian atau untuk perhitungan debit banjir rencana dari suatu DAS (Daerah Aliran Sungai). Didalam model HEC-HMS mengangkat teori klasik hidrograf satuan untuk digunakan dalam pemodelannya, antara lain hidrograf satuan Sintetik Synder, Clark, SCS, ataupun kita dapat mengembangkan hidrograf satuan lain dengan menggunakan fasilitas user define hydrograph (U.S Army Corps of Engineering, 2001). Sedangkan untuk menyelasikan analisa hidrologi ini digunakan hidrograf satuan sintetik dari SCS (Soil Conservation Service) dengan menganalisa beberapa parameternya. Didalam pemodelan hidrologi untuk menganalisis debit banjir rencana menggunakan HEC-HMS, diperlukan data-data sebagai berikut :

1. Batas DAS dan Sub DAS yang sudah memppunyai sistem koodinat proyeksi UTM.
2. Hujan rencana distribusi jam-jaman
3. Kondisi parameter DAS terkait dengan tata guna lahan akan merujuk pada analisis loses, dan pada penelitian ini menggunakan metode SCS Curve Number.



Gambar 2. Grafik rekapitulasi HEC-HMS

Tabel 4. Rekapitulasi Simulasi HEC-HMS

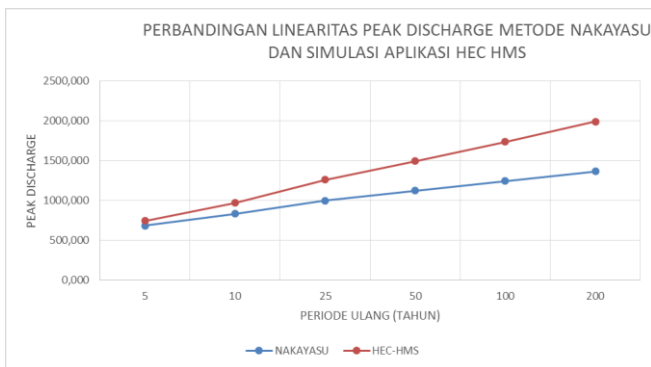
Sumber : Hasil Analisis

Perbandingan Perhitungan Debit Rencana Metode Nakayasu dan Simulasi Aplikasi HEC-HMS Metode SCS-CN

Dalam membandingkan perhitungan debit rencana (Hidrograf)/Outflow metode Nakayasu dan simulasi aplikasi HEC-HMS metode SCS-CN. Berikut rekapitulasi perbandingan debit rencana Metode Nakayasu dan simulasi Aplikasi HEC-HMS Metode SCS CN

Tabel 5. Rekapitulasi Debit Rencana HEC-HMS dan Metode Nakayasu.

No	Periode Ulang (Tahun)	Peak Discharge (m ³ /s)			Time Of Peak (jam)		
		Nakayasu	HEC-HMS	Selisih	Nakayasu	HEC-HMS	Selisih
1	5	686,20	747,1	60,89	06:16	17:00	10:8
2	10	832,48	971,2	138,72	06:16	17:00	10:8
3	25	1000,28	1261,9	261,6	06:16	17:00	10:8
4	50	1123,94	1495,5	371,56	06:16	17:00	10:8
5	100	1245,79	1740,0	494,21	06:16	17:00	10:8
6	200	1366,32	1994,1	627,78	06:16	17:00	10:8



Grafik 3 . Grafik Linearitas Peak Discharge Metode Nakayasu dan HEC-HMS

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisis perhitungan debit banjir DAS Maros menggunakan metode HSS Nakayasu pada kala ulang 5 tahun sebesar 686,2099 m³/s, 10 tahun sebesar 832,4823 m³/s, 25

tahun sebesar 1000,2864 m³/s, 50 tahun sebesar 1123,9443

JAM	PERIODE ULANG (M3/S)					
	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun	200 Tahun
8:00	0	0	0	0	0	0
9:00	22,9	28,5	35,5	41,5	47,4	53,8
10:00	89,1	112,3	141,3	164,8	189,2	214,8
11:00	190,9	241,9	306,1	357,5	412,1	468,9
12:00	316,1	402,6	512,1	600,3	692,9	790
13:00	451,4	577	737,5	866,9	1002,6	1144,4
14:00	578,9	743,1	954,1	1123,7	1301,8	1487,5
15:00	679	875,3	1128,4	1331,9	1545,2	1767,6
16:00	734,9	951,7	1231,7	1456,7	1692,7	1938,2
17:00	747,1	971,2	1261,9	1495,5	1740,0	1994,1
18:00	721,4	941,6	1228,3	1458,9	1699,6	1949,7
19:00	666,1	873,3	1143,7	1361	1587,5	1823,1
20:00	593,4	781,1	1026	1222,8	1427,9	1640,7
21:00	512,8	677,1	891,6	1063,7	1242,7	1428,3
22:00	433,6	573,8	756,5	902,7	1055,2	1212,6
23:00	362	478,8	631,7	754	881,1	1012,3
0:00	298,8	395,3	521,4	622,4	727	835,1
1:00	245,1	324,3	427,4	510	595,9	684,4
2:00	200,5	265,1	349,5	417,1	487,2	559,6
3:00	164	217	285,8	341	398,3	457,5
4:00	134,5	177,5	234	279,2	325,9	374,3
5:00	110,2	145,8	191,9	228,6	267	306,6
6:00	90,3	119,5	157,1	187,3	218,8	251,1
7:00	74,2	98	128,8	153,6	179,4	206
8:00	60	79,7	104,8	124,8	145,7	167,3

m³/s, 100 tahun sebesar 1245,7978 m³/s, 200 tahun sebesar 1366,3281 m³/s.

2. Dari hasil perbandingan metode Nakayasu dan simulasi HEC-HMS dapat ditarik kesimpulan bahwa selisih debit banjir pada kala ulang 5 tahun sebesar 67,5 m³/s, 10 tahun sebesar 138,72 m³/s, 25 tahun sebesar 261,6 m³/s, 50 tahun sebesar 371,56 m³/s, 100 tahun sebesar 494,21 m³/s, 200 tahun sebesar 627,78 m³/s.

Saran

1. Diperlukan kajian terhadap DAS yang lebih banyak pada penelitian untuk mendapatkan pembandingan yang lebih baik terhadap parameter-parameter yang digunakan
2. Perlu adanya penelitian dengan menggunakan data pengukur sebagai pembandingan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik
3. Perlu adanya penelitian dengan parameter lain agar mendapatkan hasil yang lebih mendalam mengenai pemodelan HEC-HMS.

DAFTAR PUSTAKA

Asdak C., 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
 Asdak C., 2010. *Hidrologi dan pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai: Edisi Revisi Kelima*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press University.
 Chow, V.T, dkk. 1988. *Applied Hydrology*. Mc Grow-Hill Science Engineering.
 Elisa, 2016. *Fenomena Aliran Sungai*. Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta.
 US Army Corps of Engineering, 2001. *HEC-HMS User's Manual*.

- Farouk M., 1998 Penurunan hidrograf satuan dengan data hujan harian
- Handayani, 2016 Aspek Hukum Pengelolaan DAS.
- Mawardi, I., 2010. Kerusakan dan Penurunan Daya Dukung dan Sumber Daya Air di Pulau Jawa serta Upaya Penanganannya. *Jurnal. Hidrosfer Indonesia* Vol 5 (2).
- Peraturan Pemerintah Indonesia No.37 tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.
- Saripin. 1998. *The Effect of Land Use Alteration and Soil Conservation Measures on Sediment Yields with References to Reservoirs in Tropical Areas*. Ph.D Desertation Innsbruck University Aust.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi (Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data)*. Bandung: Nova
- Sri Harto. 1993. *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Suprayogi, S., Purnama, S., dan Darmanto, D., 2015. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan* . beta Offset Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2010. *Hidrologi Terapan* . beta Offset . Yogyakarta aliran banjir DAS Bengkulu, Majalah Ilmiah Mektek Jurusan Teknik Universitas Tadulako, Palu.
- Gupta, 1989. Empat Parameter yaitu waktu Kelambatan, aliran puncak, waktu dasar dan durasi standar dari hujan efektif untuk hidrograf satuandikaitkan dengan geometri fisik dari das

