

ANALISA HUJAN-DEBIT PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) KALI LAMONG DENGAN METODE HSS ITB-I

Halim Pranata¹⁾, Nur Azizah Affandy²⁾

¹Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Islam Lamongan,
halimpranata1980@gmail.com

²Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Islam Lamongan,
nurazizah@unisla.ac.id

ABSTRAK

Perkiraan hidrograf banjir pada suatu sungai menjadi hal yang utama dilakukan dalam perencanaan suatu bangunan air. Pada suatu sungai yang tidak ada data pengukuran debit dalam waktu yang panjang, metode pengalihragaman dari hujan menjadi debit sungai menjadi hal yang lazim dilakukan untuk mendapatkan debit banjir rancangan. Sampai dengan saat ini, metode hidrograf satuan sintetik (HSS) masih menjadi alat yang digunakan dalam analisis debit banjir rancangan. Penelitian ini menerapkan analisa hujan debit pada Daerah Aliran Sungai Kali Lamong dengan Metode HSS ITB-I. Hasil penelitian ini didapat Debit banjir terendah pada periode ulang 2 tahun sebesar Q 10705.56 m^3 /detik. Debit puncak terjadi pada jam ke 14.00 sebesar Q_p 463.29 m^3 /detik dan kembali ke aliran dasar pada jam ke 60.00. Sedangkan debit banjir tertinggi didapat pada periode ulang 100 tahun sebesar Q 15148.26 m^3 /detik. Debit puncak terjadi pada jam ke 14.00 sebesar Q_p 655.56 m^3 /detik dan kembali ke aliran dasar pada jam ke 60.00.

Kata Kunci : DAS, Hujan, Debit, Banjir, HSS ITB

ABSTRACT

Flood hydrograph estimation in a river becomes the main thing in planning a water structure. In a river where there is no discharge measurement data for a long time, the diversion method from rain to river discharge is a common practice to obtain a design flood discharge. Until now, the synthetic unit hydrograph (HSS) method is still a tool used in the design of flood discharge analysis. This study applies rain discharge analysis in the Kali Lamong River Basin with the HSS ITB-I method. The results of this study obtained the lowest flood discharge in the 2-year return period of Q 10705.56 m^3 /second. The peak discharge occurs at 14.00 at Q_p 463.29 m^3 /second and returns to the bottom flow at 60.00 hours. While the highest flood discharge was obtained in the 100 year return period of Q 15148.26 m^3 /second. The peak discharge occurs at 14.00 at Q_p 655.56 m^3 /second and returns to the bottom flow at 60.00 hours.

Keywords : Watershed, Rainfall, Discharge, Flood, HSS ITB

1. PENDAHULUAN

Perkiraan hidrograf banjir pada suatu sungai menjadi hal yang utama dilakukan dalam perencanaan suatu bangunan air. Pada suatu sungai yang tidak ada data pengukuran debit dalam waktu yang panjang, metode pengalihragaman dari hujan menjadi debit sungai menjadi hal yang lazim dilakukan untuk mendapatkan debit banjir rancangan. Rancangan langkah-langkah perlindungan banjir dalam banyak kasus memerlukan tidak hanya perkiraan debit puncak, tetapi juga volume banjir dan distribusi waktunya (Tomirotti, 2017).

Metode hidrograf satuan sintetik adalah metode yang populer digunakan dan memainkan peranan penting dalam banyak perencanaan di bidang sumber daya air khususnya dalam analisis debit banjir

daerah aliran sungai yang tidak terukur. (Natakusumah, 2011).

Untuk mengembangkan hidrograf satuan sintetik, beberapa metode telah tersedia. Beberapa metode hidrograf satuan sintetik seperti cara Nakayasu, Snyder-Alexeyev, SCS, dan GAMA-1 sangat populer dan umum digunakan di Indonesia untuk meghitung debit puncak dan bentuk hidrograf banjir. Metode hidrograf satuan sintetik juga telah di kembangkan dan diteliti oleh Natakusumah dengan metoda HSS ITB-I dan HSS ITB-II. Metode ini sederhana, karena hanya membutuhkan data-data karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) seperti luas daerah aliran sungai, panjang sungai dan dalam beberapa kasus dapat juga mencakup karakteristik tata guna lahan (Natakusumah, 2014)

Oleh karena itu, dalam penelitian ini yang digunakan adalah metode HSS ITB-I, karena metode ini dapat digunakan untuk mensimulasikan aliran dari daerah aliran sungai tidak terukur dan daerah aliran sungai mengalami perubahan penggunaan lahan.

2. METODE PENELITIAN

Sungai Kali Lamong adalah Sub DAS dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengawan Solo. Secara administratif Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Lamong melintasi beberapa kabupaten seperti Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Lamongan, Kabupaten Gresik dan Kota Surabaya. Bagian hulu Daerah Aliran Sungai Kali Lamong terletak di daerah Kabupaten Lamongan dan Kabupaten Mojokerto.

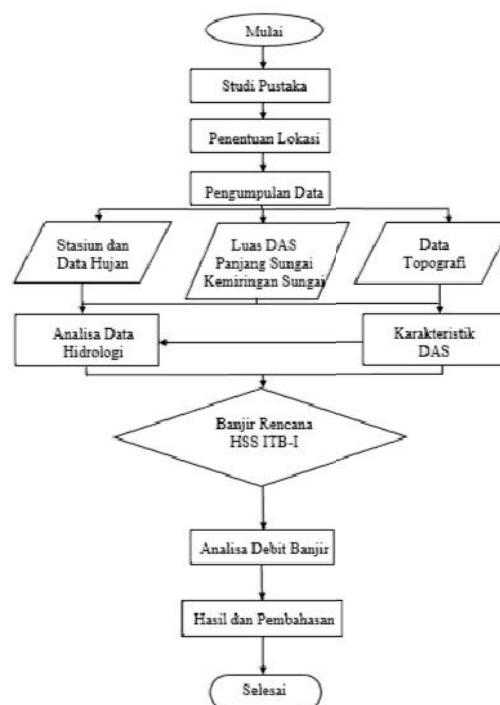
Tahapan perhitungan debit banjir rencana dan curah hujan periode ulang tertentu pada Daerah Aliran Sungai Kali Lamong meliputi :

- Mengumpulkan data yang diperlukan dalam perhitungan.
- Perhitungan curah hujan harian maksimum rerata untuk tiap-tiap tahun

data menggunakan metode *Polygon Thiessen*.

- Menentukan parameter statistik dari data yang telah diurutkan dari kecil kebesar, yaitu Nilai rata-rata (X), Deviasi standar (Sd), Koefisien kemencengan (Cs), Koefisien Kurtosis (Ck), dan Koefisien variasi (Cv).
- Analisis curah hujan rencana dengan menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III.
- Uji kecocokan sebaran menggunakan Chi-Kuadrat dan *Smirnov-Kolmogorov*.
- Analisis intensitas curah hujan dihubungkan dengan kejadian dan lamanya.
- Menentukan curah hujan efektif jaman-jaman.
- Analisis Hidrograf Satuan dengan Metoda HSS ITB-I.

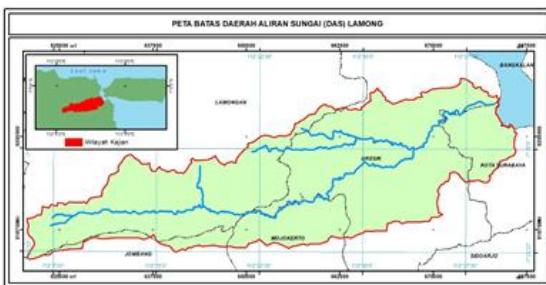
Bagian alir penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini :



Gambar 1.
Diagram Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1.Curah Hujan Harian Maksimum



Gambar 2.

Peta Sungai DAS Kali Lamong

Sumber : hasil analisa Arc-vie GIS

Berdasarkan gambar 2 dapat terlihat bentuk DAS Kali Lamong. Garis terpanjang merupakan bentuk dari sungai utama yang memiliki 103 Km dan memiliki luas DAS 791.83 km². Perhitungan curah hujan harian maksimum berdasarkan (Xn) maksimum adalah curah hujan terbesar dalam satu hari disetiap setasiun hujan, selama satu bulan untuk setiap tahunnya. Dapat dilihat pada Tabel 1 berikutini :

Tabel 1.
Curah hujan harian maksimum

No	Tahun	Stasiun Menganti	Sta Bl. panggang
1	2010	156	80
2	2011	119	83
3	2012	64	70
4	2013	83	99
5	2014	81	83
6	2015	104	90
7	2016	95	117
8	2017	64	117
9	2018	82	77
10	2019	107	125

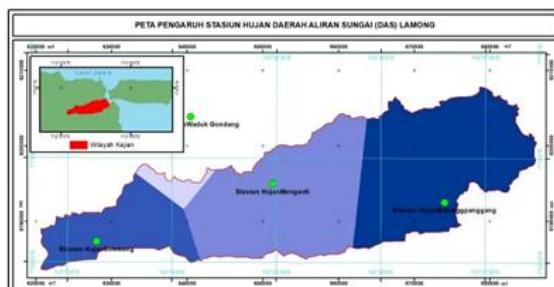
No	Tahun	Stasiun Sembung	Stasiun Gondang
1	2010	143	118
2	2011	122	71

No	Tahun	Stasiun Sembung	Stasiun Gondang
3	2012	70	80
4	2013	102	112
5	2014	63	127
6	2015	91	120
7	2016	71	105
8	2017	130	104
9	2018	87	88
10	2019	111	86

Sumber : DPU. Pengairan Kab. Lamongan, (2019)

3.2. Analisa Curah Hujan Rata Rata

Analisa curah hujan rata rata dengan metode *Polygon Thiessen* pada penelitian kali ini menggunakan data dari 4 stasiun hujan diantaranya Stasiun Hujan Menganti, Stasiun Hujan Balong panggang, Stasiun Hujan Sembung dan Stasiun Hujan Gondang. Nilai koefisien Thiessen untuk Daerah Aliran Sungai Kali Lamong di masing masing stasiun sebagai berikut :



Gambar 3.
Polygon Thiessen DAS Kali Lamong
Sumber : hasil analisa Arc-vie GIS

Dari gambar 3 diperoleh luas pengaruh masing-masing stasiun hujan. Nilai bobotnya terangkum pada tabel 2.

Tabel 2.
Koefisien thiessen DAS Kali Lamong

No	Nama Stasiun	Luas (km ²)	Bobot
1	Menganti	327.76	0.41
2	Balong panggang	307.80	0.39

No	Nama Stasiun	Luas (km ²)	Bobot
3	Sembung	134.55	0.17
4	Gondang	21.63	0.03
	T O T A L	791.83	1.00

Tabel 3.

Perhitungan hujan maksimum rerata

No	Tahun	Koefisien ihesssen				R Maks
		Stasiun Menganti	Stasiun Brongpagan	Stasiun Sembung	Stasiun Gondang	
1	2010	327.76	307.89	134.55	21.63	123.20
2	2011	119	80	113	118	101.20
3	2012	61	70	70	80	67.79
4	2013	83	99	102	112	93.24
5	2014	81	83	63	127	79.98
6	2015	104	90	91	120	96.78
7	2016	95	117	71	105	99.75
8	2017	64	117	130	104	96.92
9	2018	82	77	87	88	81.07
10	2019	107	125	111	86	114.11

3.3. Analisa Curah Hujan Rencana

Curah hujan rancangan adalah curah hujan terbesar yang mungkin terjadi pada suatu daerah dengan peluang terlentu. Dalam studi ini metode analisa hujan rancangan yang digunakan adalah metode Log Pearson III. Hasil perhitungan curah hujan rancangan dengan Metode Log Pearson III selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.

Distribusi dengan metode log pearson III

No	Tahun	X _i	Log X _i	Log X _i / Log X _{r1}	(Log X _i - Log X _{r1}) ²	(Log X _i - Log X _{r1}) ³	(Log X _i - Log X _{r1}) ⁴
1	2012	67.79	1.8312	-0.1438	0.0207	-0.0030	0.0004
2	2014	79.98	1.9030	-0.0720	0.0052	-0.0001	0.0000
3	2018	81.07	1.9059	-0.0661	0.0044	-0.0003	0.0000
4	2013	93.24	1.9696	-0.0053	0.0000	0.0000	0.0000
5	2015	96.78	1.9858	0.0109	0.0001	0.0000	0.0000
6	2017	96.92	1.9861	0.0114	0.0001	0.0000	0.0000
7	2016	99.75	1.9989	0.0240	0.0006	0.0000	0.0000
8	2011	104.20	2.0179	0.0429	0.0018	0.0001	0.0000
9	2019	114.11	2.0573	0.0824	0.0068	0.0006	0.0000
10	2010	123.20	2.0906	0.1157	0.0134	0.0015	0.0002
	JUMLAH	957.03	19.75	0.0000	0.0531	-0.0014	0.0007
	R rata-rata	95.70	1.97				

Tabel 5.

Hasil perhitungan dispersi log pearson III

No	Dispersi	Parameter Logaritma
1	Sd	0.08
2	Cs	-0.45
3	Ck	4.02
4	Cv	0.04

Tabel 6.
Hasil perhitungan hujan rancangan berbagai kala ulang

No	Periode	Peluang	S Log X	Log X _{r1}	C _s	K	Log Xt	Xt
1	2	50	0.08	1.97	-0.44	0.066	1.9800	95.50
2	5	20	0.08	1.97	-0.44	0.855	2.0406	109.80
3	10	10	0.08	1.97	-0.44	1.231	2.0693	117.35
4	25	4	0.08	1.97	-0.44	1.606	2.0983	125.40
5	50	2	0.08	1.97	-0.44	1.834	2.1158	130.56
6	100	1	0.08	1.97	-0.44	2.029	2.1308	135.14

Berdasarkan Tabel 6 untuk periode yang paling kecil 2 tahun yaitu 97.1043 mm dan nilai periode yang paling besar 100 tahun yaitu 125.3706. Nilai Xt tiap periode yang telah diketahui akan dijadikan sebagai hujan rencana dan akan dipergunakan untuk mendapatkan debit banjir rencana di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Lamong dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS).

3.4. Hasil Analisa Hujan-Debit ITB-I

Perhitungan Unit Hidrograf Metode ITB-I dalam penelitian debit banjir dengan berkala ulang dihasilkan dari analisa data dan perhitungan. Persamaan parameter metode ITB-I yang digunakan dalam penelitian

a. Time Lag (T₁)

$$T_1 = C_t \cdot 0,8122 \cdot L^{0,6} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$T_1 = 13.103 \text{ jam}$$

b. Koefisien Waktu (C_t)

$$C_t = 1.000$$

c. Lama Curah Hujan Efektif (T_e)

$$T_e = T_p / 5,5 \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$T_e = 2.382 \text{ jam}$$

d. Waktu Puncak (T_p)

$$T_p = T_1 + 0,25 (T_r - T_e) \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$T_p = 12.757 \text{ jam}$$

e. Waktu Dasar (T_b)

$$T_b = 10 T_p \quad \dots \dots \dots (4)$$

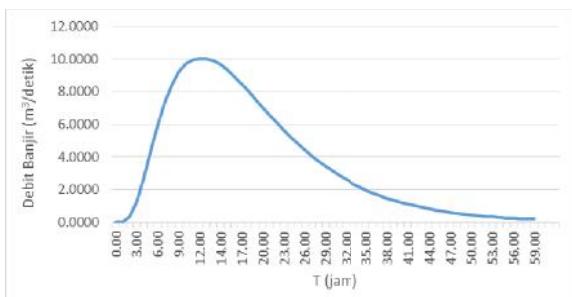
$$T_b = 127.573 \text{ jam}$$

f. Debit Puncak (Q_p)

$$Q_p = \left(\frac{R}{3,6 T_p} \right) \left(\frac{A_{DAS}}{A_{HSS}} \right) \quad \dots \dots \dots (5)$$

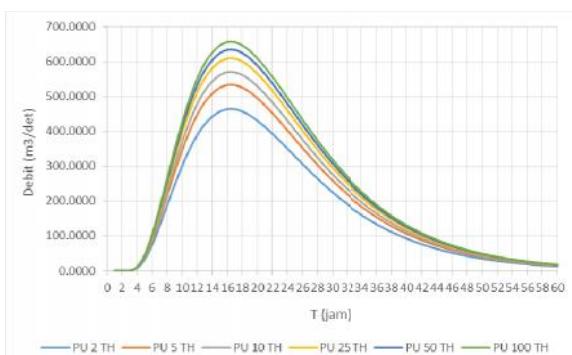
$$Q_p = 10.018 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari persamaan di atas yang digunakan untuk melakukan perhitungan metode ITB-I dengan lengkung naik, debit puncak dan lengkung turun yang sudah diketahui selanjutnya untuk hasil grafiknya dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 4.
Hidrograf Banjir Metode ITB-I

Debit banjir yang dihasilkan dari metode ITB-I. Periode berkala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 Tahun dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5.
Hidrograf Banjir Metode ITB-I Periode Berkala Ulang

Dari analisis yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa total nilai debit banjir dari metode ITB-I periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

Tabel 7.
Debit banjir dan debit puncak dalam kala ulang

Periode ulang	Q ($m^3/detik$)	T_p (jam)	Q_p ($m^3/detik$)	T_b (jam)
2	10705,56	14.00	463,29	60.00

Periode ulang	Q ($m^3/detik$)	T_p (jam)	Q_p ($m^3/detik$)	T_b (jam)
5	12308,43	14.00	532,66	60.00
10	13154,62	14.00	569,28	60.00
25	14056,51	14.00	608,31	60.00
50	14634,82	14.00	633,34	60.00
100	15148,26	14.00	655,56	60.00

Dari tabel 7 diperoleh Debit banjir pada periode ulang 2 tahun sebesar Q $10705.56 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit puncak terjadi pada jam ke 14.00 sebesar Q_p $463.29 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan kembali ke aliran dasar pada jam ke 60.00. Debit banjir pada periode ulang 5 tahun sebesar Q $12308.43 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit puncak terjadi pada jam ke 14.00 sebesar Q_p $532.66 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan kembali ke aliran dasar pada jam ke 60.00. Debit banjir yang didapat pada periode ulang 10 tahun sebesar Q $13154.62 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit puncak terjadi pada jam ke 14.00 sebesar Q_p $569.28 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan kembali ke aliran dasar pada jam ke 60.00. Debit banjir yang didapat pada periode ulang 25 tahun sebesar Q $14056.51 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit puncak terjadi pada jam ke 14.00 sebesar Q_p $608.31 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan kembali ke aliran dasar pada jam ke 60.00. Debit banjir yang didapat pada periode ulang 50 tahun sebesar Q $14634.82 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit puncak terjadi pada jam ke 14.00 sebesar Q_p $633.34 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan kembali ke aliran dasar pada jam ke 60.00 dan banjir yang didapat pada periode ulang 100 tahun sebesar Q $15148.26 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit puncak terjadi pada jam ke 14.00 sebesar Q_p $655.56 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan kembali ke aliran dasar pada jam ke 60.00.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Debit banjir dari metode ITB-I periode ulang 2 tahun sebesar Q $10705.56 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit puncak terjadi pada jam ke 14.00 sebesar Q_p $463.29 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan

- kembali ke aliran dasar pada jam ke 60.00.
2. Debit banjir dari metode ITB-I periode ulang 5 tahun sebesar $Q = 12308.43 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit puncak terjadi pada jam ke 14.00 sebesar $Q_p = 532.66 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan kembali ke aliran dasar pada jam ke 60.00.
 3. Debit banjir dari metode ITB-I periode ulang 10 tahun sebesar $Q = 13154.62 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit puncak terjadi pada jam ke 14.00 sebesar $Q_p = 569.28 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan kembali ke aliran dasar pada jam ke 60.00.
 4. Debit banjir dari metode ITB-I periode ulang 25 tahun adalah sebesar $Q = 14056.51 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit puncak terjadi pada jam ke 14.00 sebesar $Q_p = 608.31 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan kembali ke aliran dasar pada jam ke 60.00.
 5. Debit banjir dari metode ITB-I periode ulang 50 tahun sebesar $Q = 14634.82 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit puncak terjadi pada jam ke 14.00 sebesar $Q_p = 633.34 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan kembali ke aliran dasar pada jam ke 60.00.
 6. Debit banjir dari metode ITB-I periode ulang 100 tahun sebesar $Q = 15148.26 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit puncak terjadi pada jam ke 14.00 sebesar $Q_p = 655.56 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan kembali ke aliran dasar pada jam ke 60.00.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Affandy, N. A., & Anwar, N., (2011), Pemodelan Hujan-Debit Menggunakan Model HEC-HMS di DAS Sampean Baru. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh September.
- Asdak, Chay., (2010), Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Cetakan ke 5. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- HALIMA, HN., (2019), Analisis Hidrograf Dengan Perbandingan Metode HSS ITB 2, SCS (Hec-HMS) Dan Gama 1 Pada Sungai Progo Di Daerah

Istimewa Yogyakarta, Skripsi, Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta

Kristianto, AB., Norken, IN., Dharmas, IGBS., (2019), Komparasi Model Hidrograf Satuan Terukur dengan Hidrograf Satuan Sintetis (Studi Kasus Das Tukad Pakerisan), Jurnal Spektran Vol. 7, No. 1, Januari 2019, Hal. 21 – 31

Limantara, L.M., (2009), The Limiting Physical Parameters of Synthetic Unit Hydrograph, World Applied Sciences Journal, 7(6), 802-804

Lubis, Z., & Sari, D. K., (2013), Analisa Debit Banjir Rancangan Dengan Hidrograf Satuan Sintetik (Hss) Gama I Pada Das Kali Blawi Kabupaten Lamongan, *Jurnal Teknika*, 5.

Natakusumah, D.K., Hatmoko, W. dan Harlan D., (2011), Prosedur Umum Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis dengan Cara ITB dan Beberapa Contoh Penerapannya, Jurnal Teknik Sipil, 18(3), 251-291.

Natakusumah, D.K., (2014), Penggunaan Hidrograf Satuan Sintetis ITB-1 Dan ITB-2 Dengan Faktor Debit Puncak (K_p) Dihitung Secara Eksak, tersedia pada <https://english.ftsl.itb.ac.id/wp-content/uploads/sites/75/2018/07/PAPER-PIT-XXXI-PADANG-201-an-Dantje-K.-Natakusumah-ver-31-Juli-2014-ok.pdf> (diakses 02 Desember 2020)

Permatasari R., Natakusumah, D.K. dan Sabar, A., (2017), Determining Peak of Discharge Factor Using Synthetic Unit Hydrograph Modelling (Case Study: Upper Komering South Sumatera, Indonesia), International Journal of Geomate, 13(36), 1-5.

Pratomo, MIT., Sobriyah, Wahyu, AG., (2014), Analisis Hidrograf Aliran Daerah Aliran Sungai Keduang dengan Beberapa Metode Hidrograf Satuan Sintetis, e-Jurnal MATRIKS

TEKNIK SIPIL/September 2014/360
teraedaia pada
file:///C:/Users/USER/Downloads/37_403-92430-1-PB.pdf (diakses 03 Desember 2020)

- Safrida, M. F. A., (2014), Analisis Hidrograf Aliran Daerah Aliran Sungai Tirtomoyo Dengan Beberapa Metode Hidrograf Satuan Sintesis (The Hydrograph Analysis Of Tirtomoyo River Basin With Any Synthetic Unit Hydrograph Methods).
- Tomirotti, M., Paolo Mignosa., (2017), A methodology to derive Synthetic Design Hydrographs for river flood management, Journal of Hydrology, Volume 555,2017,Pages 736-743,ISSN 0022-1694

Halaman ini sengaja dikosongkan