

Metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Laksono-Erub untuk Banjir Rancangan pada Sungai Plumbon

Laksono-Erub Synthetic Unit Hydrograph Method for Design Floods on The Plumbon River

Laksono Djoko Nugroho¹, Moh Abduh^{2*}

¹Program Studi Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia
Alamat korespondensi: Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118
email: laksonodjoko@untag-sby.ac.id

²Program Studi Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia
Alamat korespondensi: Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144
email: abduh@umm.ac.id

Abstract

The Plumbon River is the main river in the Plumbon watershed located in Semarang City, Central Java Province. The Plumbon watershed has an area of ± 32 km², and the length of the main river is ± 20 km. In this river, floods frequently occur, causing water to overflow the embankments and leading to their breach. Given these conditions, it is necessary to apply the best method for analyzing the design flood discharge on the Plumbon River, ensuring that the planning of structures along the river aligns with the actual field conditions. The Synthetic Unit Hydrograph (HSS) methods used include the Nakayasu, Snyder, Gama I, and Laksono-Erub methods, along with the calculation of the design flood discharge using the recorded discharge at the Plumbon Weir. Based on the calculations and analysis of the design flood discharge in the Plumbon watershed, the Laksono-Erub HSS method was determined to be the most effective, as it showed the smallest deviation from the discharge data recorded at the Plumbon Weir over the past 10 years.

Keywords: HSS Laksono-Erub Method; Design Flood Discharge

Abstrak

Sungai Plumbon adalah sungai utama dalam DAS Plumbon yang terletak di Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah. DAS Plumbon memiliki luas ± 32 km² dan panjang sungai utamanya ± 20 km. Pada sungai ini, sering terjadi banjir dan air melimpas di atas tanggul hingga menyebabkan tanggul jebol. Dengan kondisi yang ada, diperlukan metode analisis debit banjir rancangan terbaik pada Sungai Plumbon, sehingga perencanaan bangunan pada Sungai Plumbon sesuai dengan kondisi aktual dilapangan. Adapun metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) yang digunakan adalah metode HSS Nakayasu, Synder, Gama I, Laksono-Erub dan perhitungan Debit banjir Rancangan dengan debit yang tercatat pada Bendung Plumbon. Dari hasil perhitungan dan analisa debit banjir rancangan pada DAS Plumbon, didapatkan metode HSS Laksono-Erub sebagai metode yang terbaik berdasarkan penyimpanan yang terkecil dari data debit yang tercatat pada Bendung Plumbon selama 10 tahun.

Kata kunci: Metode HSS Laksono-Erub; Debit Banjir Rancangan

PENDAHULUAN

Sungai Plumbon merupakan sungai utama yang berada di Daerah Pengaliran Sungai (DPS) Plumbon, dan terletak di Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah. DPS Plumbon memiliki luas ± 32 km² dan panjang sungai utamanya ± 20 km. Kejadian banjir tahun 2017 dan 2018 pada Sungai Plumbon

disebabkan karena debit Sungai Plumbon yang cenderung tinggi sehingga melimpas di atas tanggul juga banyak tanggul yang jebol (Yuniastiti & Marfai, 2015) sehingga menggenangi rumah-rumah warga dan mengganggu kegiatan sosial dan perekonomian masyarakat di sekitar sungai di antaranya masyarakat desa Mangkang Kulon

Please cite this article as:

Nugroho, L. D., & Abduh, M. (2023). Metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Laksono-Erub untuk Banjir Rancangan pada Sungai Plumbon. *Media Teknik Sipil*, 21(1), 18-25.

<https://doi.org/10.22219/jmts.v21i1.14618>

dan sekitarnya (Purwanti & Pontiauwaty, 2013).

Untuk mengantisipasi perihal tersebut perlu dilakukan perbaikan dan pembangunan infrastruktur yang berfungsi sebagai pengendali banjir sesuai dengan karakteristik dan kondisi DPS Plumbon. Dalam memahami karakteristik DPS secara mendetail perlu dilakukan identifikasi yang lebih cermat di antaranya kondisi pengaliran di sekitar DPS, kelandaiannya, struktur tanahnya dan tata guna lahan serta parameter lainnya.

Selain itu perlu dilakukan kajian dan analisis yang mendalam dan teliti berkaitan dengan kapasitas aliran yang terjadi pada saat banjir, mengapa alirannya melimpas di atas tanggul.

Dengan kejadian banjir yang melimpas di atas tanggul disebabkan oleh banyak hal yang perlu ditinjau. Berbagai hal yang diprediksi dapat menyebabkan kejadian tersebut di antaranya adalah adanya perubahan tata guna lahan di bagian hulu sehingga menyebabkan aliran air pada saat hujan terjadi sehingga menyebabkan debit meningkat (Miardini & Susanti, 2016).

Selain itu, analisis dan kajian yang dilakukan kurang sesuai dengan karakteristik dan kondisi DPS Plumbon sehingga debit banjir yang terjadi tidak sesuai prediksi dan menyebabkan aliran banjir melebihi kapasitas yang telah direncanakan.

Oleh sebab itu, untuk mengetahui besarnya debit banjir rancangan yang terbaik dan mendekati kondisi sesungguhnya serta dapat digunakan untuk prediksi debit maksimum, maka perlu dilakukan analisis dan penghitungan menggunakan metode yang tepat (Sylvia Lestari, 2016).

Dengan demikian debit banjir rancangan tersebut selanjutnya dapat digunakan sebagai pedoman dalam perencanaan bangunan pengendali banjir pada sungai tersebut.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini data-data yang digunakan dalam analisis dan kajian meliputi data topografi, memanjang dan melintang sungai (skala 1: 20.000), data curah hujan berasal dari stasiun terdekat dengan DPS minimal 10 tahun terakhir, data klimatologi minimal 5 tahun terakhir BMKG, data tata guna lahan, dan peta DPS.

Curah Hujan Rancangan

Untuk memperoleh hasil analisis curah hujan rancangan yang sesuai dengan kondisi lokasi, tahapannya menghitung curah hujan rata-rata daerah harian maksimum rerata Aljabar, metode Thiessen, atau metode Isohyet. Menghitung peluang curah hujan rencana maksimum tahunan dengan metode normal, Gumbel dan Log person tipe III, selanjutnya uji frekuensi dengan nilai Delta maksimum terkecil (Nurfaida et al., 2020).

Selanjutnya uji kesesuaian distribusi terpilih dengan uji Smirnov Kolmogorof dan uji Chi Square, bila diterima, maka curah hujan rencana tersebut dapat diterima. Dengan distribusi hujan jam-jaman untuk menghitung hidrograf banjir rancangan menggunakan hidrograf satuan tertentu dengan koefisien pengaliran sesuai karakteristik DPS.

Besarnya curah hujan *netto* jam-jaman total untuk menghasilkan *direct run-off*, meliputi limpasan permukaan dan limpasan bawah permukaan. Debit banjir rancangan menggunakan hidrograf satuan sintetik (Bahrami et al., 2022).

Untuk perhitungan curah hujan daerah dapat menggunakan metode *Aritmatic Mean*, metode *Thiessen*, dan metode *Isohyet*, terlebih dahulu diuji konsistensi data dengan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*) (Durin et al., 2022)

Frekuensi Curah Hujan Harian Maks.

Analisis frekuensi bertujuan untuk menghitung curah hujan rencana yang digunakan untuk menghitung tinggi muka air rencana (Ginting & Putuhena, 2017). Metode yang digunakan; metode Normal, Gumbel, dan log Pearson type III, digunakan dengan simpangan terkecil (Arvind et al., 2017).

Distribusi Normal dengan batasan $-0.05 < C_s < 0.05$ dan $2.7 < C_k < 3.3$, metode Gumbel $-0.835 > 1.1395$ dan $4.765 < 5.4$. Sedangkan metode Log Person type III tidak ada batasan (Arvind et al., 2017).

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Uji Smirnov Kolmogorof

Metode ini diawali dengan plot data peluang agihan empiris pada kertas probabilitas, dengan persamaan Weibull.

$$P = \frac{m}{(n + 1)} \times 100\% \quad (1)$$

Kemudian, tarik garis mengikuti persamaan 2:

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{log } X} + G \cdot s \quad (2)$$

Dilanjutkan dengan grafik plotting dari perbedaan maksimum distribusi teoritis dan empiris:

$$\Delta_{\max} = |P_e - P_t| \quad (3)$$

Taraf signifikan diambil 5% dari jumlah data (n), didapat ΔCr . Tabel Uji Smirnov Kolmogorof, bila nilai memenuhi $\Delta \text{ maks} < \Delta Cr$, maka data diterima.

Uji Chi Square

Untuk menguji distribusi pengamatan, apakah identic dengan distribusi teoritis (persamaan 4). Agar distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima, maka $X^2_{\text{hitung}} < X^2_{Cr}$.

$$X^2_{\text{hit}} = \sum_{i=1}^k \frac{(EF - OF)^2}{EF} \quad (4)$$

Distribusi Hujan Jam-Jaman

Hidrograf banjir rancangan dengan hidrograf satuan tertentu diketahui setelah distribusi curah hujan jam-jaman dihitung dengan interval tertentu. Prosentase distribusi hujan yang terjadi dihitung dengan rumus Mononobe.

$$R_T = \frac{R_{24}}{t} \left(\frac{t}{T} \right)^{2/3} \quad (5)$$

$$R_t = t \cdot R_T - (t-1) \cdot R_{t-1} \quad (6)$$

Koefisien Pengaliran

Nilai koefisien pengaliran dipengaruhi kondisi karakteristik yaitu keadaan hujan, luas dan bentuk DPS, kelandaian DPS dan dasar pegunungan, daya infiltrasi dan perkolasi tanah, kebasahan tanah, Suhu-udara-angin- evaporasi, letak daerah aliran terhadap arah angin, dan daya tampung palung sungai dan daerah sekitarnya (Song et al., 2015).

Bila tidak terdapat pengukuran limpasan maka untuk DPS tertentu besarnya koefisien pengaliran (Miardini & Susanti, 2016).

Curah Hujan Netto Jam-jaman

Hujan netto (R_n) yang terjadi dinyatakan seperti berikut :

$$R_n = C * R \quad (7)$$

Analisis Hujan Rancangan

Daerah Pengaliran Sungai (DPS) dibutuhkan dan dapat dibuat dari peta topografi skala 1:25.000 atau skala lebih besar sehingga luas DPS, panjang sungai utama atau variabel lainnya dapat diketahui. Pos Pencatatan Hujan dari stasiun hujan (bisa manual atau otomatis) yang terdekat dengan DPS tersebut, dimana semakin banyak jumlah stasiun hujan terdekat yang digunakan untuk analisis semakin baik.

Debit Banjir Rencana

Metode yang digunakan dalam merencanakan debit banjir rencana adalah metode rasional, metode karakteristik cekungan, metode hidrograf satuan (*unit hydrograph*), metode simulasi matematika (Chothe & Devappa, 2023; Damayanti et al., 2022).

Metode yang paling banyak digunakan adalah metode hidrograf satuan (Natakusumah et al., 2011; Pratama et al., 2021). Dengan menggunakan metode hidrograf satuan sintetik (Rahman & Murjani, 2017) antara lain metode HSS Nakayasu, Snyder dan Gamma I, dan Laksono-Erub.

HSS Metode Nakayasu

Persamaan umum dalam hidrograf satuan sintetik Nakayasu (Indriani et al., 2021);

$$Q_p = \frac{C \cdot A \cdot R_0}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} \quad (8)$$

$$T_p = t_g + 0,8 \text{ tr} \quad (9)$$

$$T_g = 0,21 \times L^{0,7} \quad (L < 15 \text{ km}) \quad (10)$$

$$T_g = 0,4 + 0,058 \times L \quad (L > 15 \text{ km}) \quad (11)$$

$$T_{0,3} = \alpha \times t_g \quad (12)$$

Persamaan hidrograf satuan pada kurva naik adalah sebagai berikut:

$$0 \leq t \leq T_p$$

$$Q_t = \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \times Q_p \quad (13)$$

Sedangkan persamaan hidrograf satuan pada kurva turun adalah:

$$T_p < t \leq (T_p + T_{0,3}) \quad (14)$$

$$(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}) \quad (15)$$

$$Q_t = Q_p \times 0,3 \left[\frac{t - T_p + 0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}} \right] \quad (16)$$

$$t > (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}) \quad (17)$$

$$Q_t = Q_p \times 0,3 \left[\frac{t - T_p + 1,5 T_{0,3}}{2 T_{0,3}} \right] \quad (18)$$

HSS Metode Snyder

Model HSS Snyder ditentukan secara cukup baik dengan tinggi $d = 1$ cm, dan Q_p (m^3/dt), T_b , dan t_r (jam). Unsur-unsur tersebut dihubungkan dengan $A =$ Luas DPS (km^2), $L =$ Panjang aliran sungai utama (km), dan $L_c =$ Jarak antara titik berat daerah pengaliran dengan daerah pelepasan (outlet) yang diukur sepanjang sungai utama, persamaan Snyder yang digunakan adalah:

$$t_p = C_t (L \cdot L_c)^{0,3} \quad (19)$$

$$t_r = t_p / 5,5 \quad (20)$$

$$Q_p = 2,78 [(C_p \cdot A) / t_p] \quad (21)$$

$$T_b = 72 + 3t_p \quad (22)$$

Koefisien C_t dan C_p ditentukan secara empiris besarnya berubah-ubah. $C_t = 0,75 - 3,00$ dan $C_p = 0,90 - 1,40$.

HSS Metode Gamma I

HSS Gama I ditemukan oleh Sri Harto, berdasarkan pengamatan dari 300 banjir sungai di Pulau Jawa. Menurut Sri Harto (1993: 164), persamaannya adalah:

$$T_r = 0,43 \left(\frac{L}{100 \times SF} \right)^3 + (1,0665 \times SIM) + 1,775 \quad (23)$$

$$T_b = 27,4132 \times T_r^{0,1457} \times S^{-0,0986} \times SN^{0,7344} \times RUA^{0,2574} \quad (24)$$

$$Q_p = 0,1836 \times A^{0,5886} \times S^{-0,1446} \times SF^{-1,0897} \times D^{0,0452} \quad (25)$$

$$Q_t = Q_p \times e^{\left(\frac{t}{K} \right)} \quad (26)$$

$$\alpha = \frac{1+0,012 f^{0,7}}{1+0,075 f^{0,7}} \quad (26)$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t+3,7 \times 10^{-0,4t}}{t^2+15} \times \frac{f^{0,75}}{12} \quad (27)$$

$$t = 0,1 L^{0,8} \times I^{0,3} \quad (28)$$

$$q = \frac{P}{3,6 t} \quad (t \text{ dalam jam}) \quad (29)$$

$$P = \frac{t R}{t+1 - [0,008 (260-R)(2-t)^2]} \quad (30)$$

(untuk $t < 2$ jam)

$$P = \frac{t R}{t+1} \quad (31)$$

(2 jam $< t < 19$ jam)

$$P = 0,707 R \sqrt{t+1} \quad (32)$$

(19 jam $< t < 30$ hari)

HSS Laksono-Erub

HSS Laksono-Erub dapat diterapkan pada DPS yang mirip karakteristiknya dengan lokasi penelitian. Persamaan umum HSS Laksono-Erub.

$$Q_p = \frac{C \cdot A \cdot R_0}{3,04 (0,3 T_p + T_{0,3})} \quad (33)$$

$$T_p = t_g + 0,47 t_r \quad (34)$$

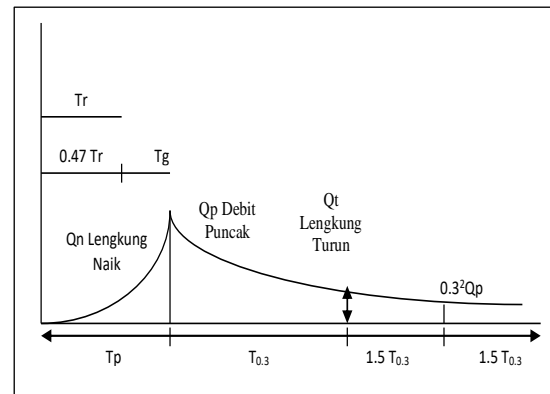
$$t_g = 0,677 + 0,0982 \times L \quad (35)$$

$$T_{0,3} = \alpha \times t_g \quad (36)$$

Keterangan:

- Q_p = debit puncak banjir (m^3/det)
- C = koefisien pengaliran
- R_0 = hujan satuan (mm)
- A = luas DPS (km^2)
- t_g = waktu konsentrasi (jam)
- T_r = satuan waktu hujan, 1 jam
- α = parameter hidrograf (1,5 - 3,5)
- L = panjang sungai (m)
- T_p = tenggang dari awal-puncak banjir (jam)
- $T_{0,3}$ = waktu selama penurunan debit, dari puncak hingga 30% dari debit puncak

Rangkaian proses terjadinya banjir dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. HSS Laksono-Erub

Persamaan hidrograf satuannya untuk kurva naik adalah:

$$0 \leq t \leq T_p \quad (37)$$

$$Q_n = Q_p \times [t/T_p]^{1,21}$$

Sedangkan persamaan hidrograf satuannya untuk kurva turun adalah:

$$t > T_p \quad (38)$$

$$Q_t = Q_p \cdot e^{0,130(T_p - t)}$$

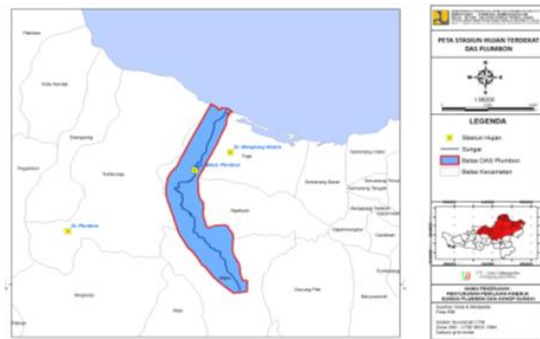
Debit Aktual (Pencatatan Bendung)

Debit aktual adalah data debit yang tercatat di Bendung DPS Plumbon yang selanjutnya digunakan sebagai validasi terhadap keakuratan beberapa metode yang digunakan dan berfungsi untuk menentukan Metode Debit banjir rancangan mana yang akan digunakan dalam analisis selanjutnya dalam perencanaan bangunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis Debit Banjir Rancangan pada DPS Plumbon menggunakan HSS Nakayasu, Snyder, Gamma I, dan Laksono-Erub, selanjutnya hasil tersebut dibandingkan dengan data debit pencatatan pada Bendung Plumbon yang merupakan data aktual yang ada di lapangan.

Adapun lokasi DPS Plumbon dan lokasi Stasiun Curah Hujan terdekat dengan DPS Plumbon dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. DPS Plumbon dan Lokasi Stasiun Curah Hujan Terdekat

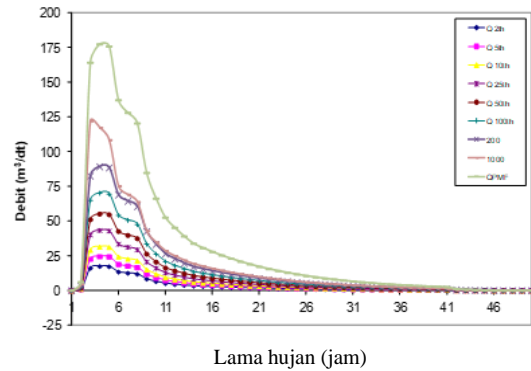
HSS Metode Nakayasu

Hasil Perhitungan berdasarkan HSS Nakayasu adalah seperti Tabel 1 dan Gambar 3.

Tabel 1. Debit Banjir Rancangan HSS Nakayasu

Kala Ulang	HSS Nakayasu (m3/detik)
2	17.432
5	24.498
10	31.414
25	43.379
50	55.239
100	70.241
200	89.223
1000	122.110
QPMF	177.436

Sumber: Hasil Perhitungan, Tahun 2008



Gambar 3. Debit Banjir Rancangan HSS Nakayasu

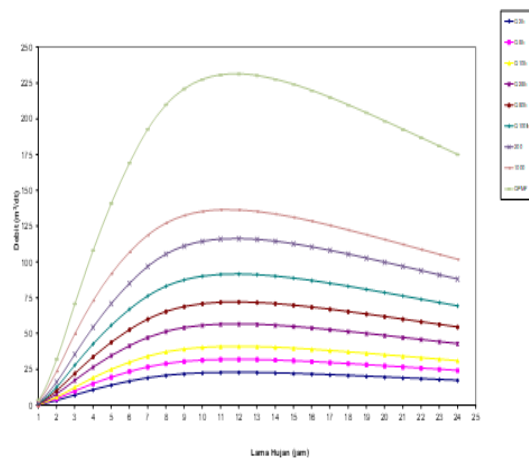
HSS Metode Snyder

Hasil Perhitungan Metode Snyder pada Tabel 2. dan Gambar 4.

Tabel 2. Debit Baniir Rancangan HSS Snyder

Kala Ulang	HSS Snyder (m3/detik)
2	22.732
5	31.945
10	40.964
25	56.568
50	72.032
100	91.596
200	116.349
1000	136.511
QPMF	231.380

Sumber: Hasil Perhitungan, Tahun 2008



Gambar 4. Debit Baniir Rancangan HSS Snyder

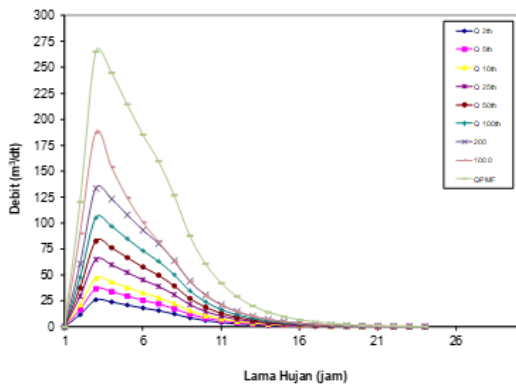
HSS Metode Gama I

Hasil Perhitungan Metode Gamma I dapat dilihat pada Tabel 3. Dan Gambar 5.

Tabel 3. Debit Banjir Rancangan HSS Gamma I

Kala Ulang	HSS Gamma I (m ³ /detik)
2	26.063
5	36.627
10	46.968
25	64.859
50	82.590
100	105.021
200	133.401
1000	187.230
QPMF	265.292

Sumber: Hasil Perhitungan, Tahun 2008



Gambar 5. Debit Baniir Rancangan HSS Gamma I

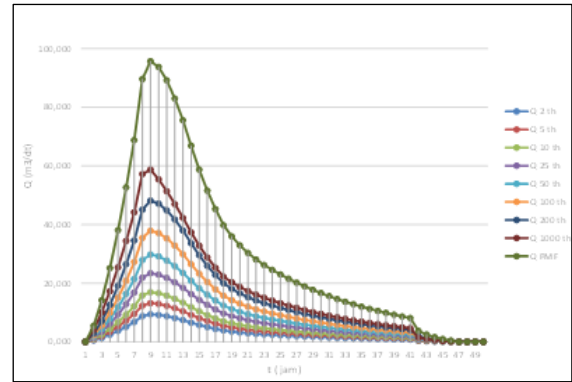
HSS Metode Laksono-Erub

Hasil Perhitungan Metode Laksono-Erub dapat dilihat pada Tabel 4. dan Gambar 6.

Tabel 4. Debit Banjir Rancangan HSS Laksono-Erub

Kala Ulang	HSS Laksono-Erub (m ³ /detik)
2	9.404
5	13.215
10	16.946
25	23.401
50	29.799
100	37.892
200	48.132
1000	58.755
QPMF	95.719

Sumber : Hasil Perhitungan, Tahun 2008



Gambar 6. Debit Banjir Rancangan HSS Laksono-Erub

Debit Banjir Rencana Pencatatan Bendung

Perhitungan Debit Banjir Rancangan dari data debit tercatat 10 tahun terakhir tahun 2008 s/d 2017 pada Bendung Plumbon. Untuk hasil Debit Rancangan pada Bendung Plumbon dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Debit Rancangan berdasarkan debit tercatat pada Sungai Plumbon

Tr	Yt	K	Sd. K	Qrancangan (m ³ /detik)
2	0.3665	-0.0976	-0.4992	7.4488
5	1.4999	1.0959	5.6042	13.5522
10	2.2504	1.8863	9.6457	17.5937
25	3.1985	2.8847	14.7513	22.6993
50	3.9019	3.6254	18.5394	26.4872
100	4.6001	4.3607	22.2990	30.2470
200	5.2959	5.0934	26.0460	33.9940
1000	6.9073	6.7903	34.7235	42.6715

Sumber: Hasil Perhitungan, Tahun 2008

Debit Banjir Rancangan pada Sungai Plumbon, dengan menggunakan perhitungan Luas DAS antara Luas DPS Bendung Plumbon dan Luas DPS Sungai Plumbon, maka hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Debit Banjir dengan Luas Perbandingan DAS

Tr	Qrancangan (m ³ /detik)	Data Debit Sungai Plumbon (m ³ /detik)
2	7.4488	10.95
5	13.5522	19.93
10	17.5937	25.87
25	22.6993	33.38
50	26.4872	38.95
100	30.2470	44.48
200	33.9940	49.99
1000	42.6715	62.75

Sumber: Hasil Perhitungan, Tahun 2008

Tabel 7. Hasil analisis Banjir Rancangan Beberapa Metode HSS

Kala Ulang	HSS Model (m ³ /detik)				Simpangan thd data Bendung			
	Nakayasu	Snyder	Gamma I	Laks.-Erub	Nakayasu	Snyder	Gamma I	Laks.-Erub
2	17.432	22.732	26.063	9.404	-6.482	-11.782	-15.113	1.546
5	24.498	31.945	36.627	13.215	-4.568	-12.015	-16.697	6.715
10	31.414	40.964	46.968	16.946	-5.544	-15.094	-21.098	8.924
25	43.379	56.568	64.859	23.401	-9.999	-23.188	-31.479	9.979
50	55.239	72.032	82.590	29.799	-16.289	-33.082	-43.640	9.151
100	70.241	91.596	105.021	37.892	-25.761	-47.116	-60.541	6.588
200	89.223	116.349	133.401	48.132	-39.233	-66.359	-83.411	1.858
1000	122.110	136.511	187.230	58.755	-59.360	-73.761	-124.48	3.995

Sumber: Hasil Perhitungan, Tahun 2008

Dengan Luas DPS Bendung Plumbon = 21,76 m³/det dan Luas DPS Total = 32 m³/det dan untuk Rekapitulasi hasil analisa Banjir Rancangan dapat dilihat pada Tabel 7.

KESIMPULAN

Berdasarkan data kejadian banjir pada tahun 2017 dan 2018 dengan debit sungai Plumbon yang besar dan terjadi banjir yang luapan di atas tanggul mengisyaratkan bahwa debit banjir yang terjadi melebihi kapasitas dengan kata lain debit rancangan pada saat perencanaan tanggul sudah tidak relevan lagi, dapat disebabkan oleh adanya perubahan tata guna lahan di bagian hulu DPS Plumbon. Berdasarkan kondisi tersebut maka dilakukan analisis dan kajian debit banjir rancangan dengan berbagai metode HSS, yaitu HSS Nakayasu, Snyder, Gaman I dan Laksono-Erub.

Dari hasil analisis dan perhitungan menunjukkan simpangan bernilai negatif berarti debit metode HSS yang dihasilkan lebih kecil dari data validasi pencatatan di bendung. Demikian juga sebaliknya bila nilai simpangan lebih besar, debit hasil perhitungan HSS lebih besar dari data banjir di bendung. Dengan demikian bila HSS lebih kecil dari data banjir di bendung, maka debit banjir yang mengalir di sungai di sungai Plumbon akan melimpas atau terjadi luapan aliran.

Dengan demikian, metode HSS Laksono-Erub diterima karena simpangan yang bernilai positif dan debit banjir rancangan Metode HSS Laksono-Erub tidak dibawah debit banjir berdasarkan pencatatan di Bendung Plumbon.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan pada Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana Kementerian PUPR Kota Semarang yang

berkenan memberikan data untuk penyusunan artikel ini dan semua yang terlibat dalam penyelesaiannya artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arvind, G., Ashok Kumar, P., Girish Karthi, S. & Suribabu, C. R. (2017). Statistical Analysis of 30 Years Rainfall Data: A Case Study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 80(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/80/1/012067>
- Bahrami, E., Salarijazi, M. & Nejatian, S. (2022). Estimation of flood hydrographs in the ungauged mountainous watershed with Gray synthetic unit hydrograph model. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(8). <https://doi.org/10.1007/s12517-022-10029-1>
- Chothe, O. K. & Devappa, V. (2023). Synthetic unit hydrograph for ungauged basin using Synder, Taylor- Schwarz model, SCS method by GIS techniques. *Materials Today: Proceedings*, 77. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.11.505>
- Damayanti, A. C., Limantara, L. M. & Haribowo, R. (2022). Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Metode HSS Nakayasu, HSS ITB-1, dan HSS Limantara pada DAS Manikin di Kabupaten Kupang. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(2). <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2022.002.02.25>
- Durin, B., Kranjčić, N., Kanga, S., Singh, S. K., Sakač, N., Pham, Q. B., Hunt, J., Dogančić, D. & Di Nunno, F. (2022). Application of Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS) method in hydrology – an overview. *Advances in Civil and*

- Architectural Engineering*, 13(25).
<https://doi.org/10.13167/2022.25.6>
- Ginting, S. & Putuhena, W. M. (2017). Hujan rancangan berdasarkan analisis frekuensi regional dengan metode tl-moment. *JURNAL SUMBER DAYA AIR*, 12(1).
<https://doi.org/10.32679/jsda.v12i1.160>
- Indriani, R. F., Hafiizh, M. & Utama, W. (2021). Hydrological Study of the Nakayasu Hydrograph Method for Design of Water Retention in the JIPE Gresik Industrial Estate. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 799(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/799/1/012001>
- Miardini, A. & Susanti, P. D. (2016). Analysis Physical Characteristics of Land for Estimated Runoff Coefficient as Flood Control Effort in Comal Watershed, Central Java. *Forum Geografi*, 30(1).
<https://doi.org/10.23917/forgeo.v30i1.1131>
- 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).
<https://doi.org/10.5614/jts.2011.18.3.6>
- Nurfaida, W., Ramdhani, H., Shimozono, T., Triawati, I. & Sulaiman, M. (2020). Rainfall trend and variability over Opak River basin, Yogyakarta, Indonesia. *Journal of the Civil Engineering Forum*, 1000(1000).
<https://doi.org/10.22146/jcef.60628>
- Pratama, M. I., Rohmat, F. I. W., Farid, M., Adityawan, M. B., Kuntoro, A. A. & Moe, I. R. (2021). Flood hydrograph simulation to estimate peak discharge in Ciliwung river basin. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 708(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/708/1/012028>
- Purwanti, H. & Pontiaty, I. (2013). MANAJEMEN RESIKO PADA PENGENDALIAN BANJIR DI SUNGAI CILIWUNG. *Jurnal Teknik / Majalah Ilmiah Fakultas Teknik UNPAK*, 14(2).
<https://doi.org/10.33751/teknik.v14i2.424>
- Rahman, A. & Murjani, A. (2017). SATELLITE DATA APPLICATIONS FOR SIMULATION HYDROGRAPH UNITS NAKAYASU METHOD IN THE SURROUNDING SUB BASIN OF BARITO SOUTH KALIMANTAN PROVINCE. *Fish Scientiae*, 7(2).
<https://doi.org/10.20527/fs.v1i2.4535>
- Song, W. zhen, Jiang, Y. zhong, Lei, X. hui, Wang, H. & Shu, D. cai. (2015). Annual runoff and flood regime trend analysis and the relation with reservoirs in the Sanchahe River Basin, China. *Quaternary International*, 380–381.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.01.049>
- Sylvia Lestari, U. (2016). Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio). *Print) Jurnal POROS TEKNIK*, 8(2).
- Yuniastiti, N. & Marfai, M. A. (2015). Prakiraan Debit Banjir Rencana dalam Analisis Kapasitas Tampung Banjir Kanal Barat, Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*, 4(2).