

FL00D ROUTING ANALYSIS OF JLANTAH DAM

Deni Tri Febriantoro

Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, Jawa Tengah
Email: d100190097@student.ums.ac.id

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Submit, 4 Agustus 2021
Revisi, 11 Desember 2021
Diterima, 11 April 2023
Publish, 15 Mei 2023

Kata Kunci :

Bendungan,
Metode Analisa Storage Indication,
Analisa mononobe,
satuan sinetik Nakayasu



ABSTRAK

Bendungan merupakan konstruksi yang berupa urugan tanah, urugan batu, beton, dan atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan serta menampung air, dapat juga dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang atau tailing, atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk. Bendungan selain dapat berperan sebagai faktor yang dapat meningkatkan kemampuan (capacity) dalam menurunkan resiko terhadap bencana, bendungan dapat pula menjadi sebuah faktor ancaman bencana (hazard) baru. Dengan menggunakan Metode debit banjir Hidrograf Satuan Sinetik Nakayasu, maka debit Q2tahun adalah 70,31 m³/dt, Q5tahun adalah 88,90 m³/dt, Q10tahun adalah 103,73 m³/dt, Q25tahun adalah 125,57 m³/dt, Q50tahun adalah 144,29 m³/dt, Q100tahun adalah 165,30 m³/dt, Q1000tahun 256,61 m³/dt. Dengan penelusuran banjir menggunakan metode Storage Indication Method, maka diperoleh debit puncak dari outflow Q1000 adalah 198,49 m³/dt..

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license



Corresponding Author:

Deni Tri Febriantoro
Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A Yani Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, Surakarta, Jawa Tengah
Email: d100190097@student.ums.ac.id

1. PENDAHULUAN

Bendungan merupakan konstruksi yang berupa urugan tanah, urugan batu, beton, dan atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan serta menampung air, dapat juga dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang atau tailing, atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk (Setyawati, Najib, & Hidayatillah, 2018). Seringkali bendungan juga digunakan untuk mengalirkan air ke sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Air. Bendungan Jlantah terletak di Sungai Jlantah dan Sungai Puru yang berhulu di kaki Gunung Lawu Desa Tlobo, Kecamatan Jatiyoso, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah.

Bendungan selain dapat berperan sebagai faktor yang dapat meningkatkan kemampuan (capacity) dalam menurunkan resiko terhadap bencana, bendungan dapat pula menjadi sebuah faktor ancaman bencana (hazard) baru (Wirustastuko & Nugroho, 2013). Bencana banjir besar dapat menjadi sebuah bencana baru bila sebuah bendungan mengalami keruntuhan (Murdhianti, Juwono, & Asmaranto, 2016).

Dalam Penelitian ini penulis meneliti terkait metode penelusuran banjir pada proyek Bendungan Jlantah.

2. METODE PENELITIAN

Data Curah Hujan

Analisis hidrologi untuk memprediksikan kondisi di areal proyek didasarkan pada data curah hujan di stasiun hujan disekitar lokasi rencana bendungan selama 20 tahun terakhir (Aminudin, Amril Maruf Siregar, & Riki Chandra Wijaya, 2023).

Tabel 1 Rerata Curah Hujan Maksimum Tahunan

Tahun	Hujan Maksimum	Tahun	Hujan Maksimum
1997	123.36	2007	180.60
1998	109.61	2008	115.92
1999	93.71	2009	139.69
2000	116.40	2010	93.05
2001	91.49	2011	130.50
2002	110.12	2012	89.82
2003	98.76	2013	111.06
2004	104.46	2014	94.71
2005	93.88	2015	67.89
2006	109.67	2016	92.90

Sumber : Analisa Konsultan

Analisa curah hujan dimaksudkan untuk mendapatkan curah hujan rencana (Lubis, 2016). Perhitungan curah hujan rencana ini diperlukan untuk memperkirakan besarnya hujan harian daerah maksimum yang mungkin terjadi. Dalam perencanaan ini akan dihitung dengan menggunakan metode Log Pearson Tipe III.

Distribusi Curah Hujan Jam-jaman

Karena tidak ada data pengamatan curah hujan jam-jaman, maka distribusi curah hujan jam-jaman dianalisa dengan Cara Mononobe (Hendri, 2016).

Metode Mononobe

Metode Yang dipakai dalam perhitungan intensitas curah hujan pada penelitian ini adalah Metode Mononobe (Palar, Kawet, Wuisan, & Tangkudung, 2013).

Dimana :

RT = intensitas hujan rata-rata dalam T jam (mm/jam)

R24 = curah hujan efektif dalam 1 hari (mm)

T = waktu mulai hujan (jam)

t = waktu konsentrasi hujan

Analisis Debit Banjir

Debit banjir rencana merupakan debit maksimum pada suatu sungai dengan periode ulang tertentu (Nadia, Mananoma, & Tangkudung, 2019) (I.M. Kamiana, Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011). Untuk membuat hidrograf banjir pada Sungai Jlantah, perlu banyak dilakukan observasi mengenai keadaan hidrograf banjirnya. Berhubung data-data mengenai hal tersebut tidak ada, maka digunakan hidrograf sintetis. Dalam studi ini, hidrograf banjirnya dihitung dengan hidrograf satuan sintetis Nakayasu.

Hidrograf Satuan Sinetik Nakayasu

Persamaan umum hidrograf satuan sintetis Nakayasu adalah sebagai berikut (CD Soemarto, Hidrologi Teknik, 1995, halaman 100) :

Lengkung naik :

Lengkung Turun :

$T_p < t < (T_p + T_{0.3})$

□ $Q_{d1} = 0,3.Q_p.(t - T_p/T_{0.3})$

$(T_p + T_{0.3}) < t < (T_p + T_{0.3} + 1,5T_{0.3})$

□ $Q_{d2} = 0,3.Q_p.(t - T_p/T_{0.3})$

$(T_p + T_{0.3} + 1,5T_{0.3}) < t$

□ $Q_{d3} = Q_p.0,3((t - T_p + 1,5T_{0.3})/(2T_{0.3}))$

Untuk :

Q_p = debit puncak banjir (m³/detik)

R_o = hujan satuan (mm)

T_p = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0.3}$ = waktu yang diperlukan untuk penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam)

A = luas daerah pengaliran (Km²)

C = koefisien pengaliran

Metode Storage Indication

Metode Penelusuran banjir yang digunakan yaitu metode Storage Indication

$I - O = \Delta S / \Delta t$

Keterangan :

I = Aliran Masuk (m³/s)

O = Aliran Keluar (m³/s)

ΔS = Perubahan volume tampungan (m³)

Δt = Selang Waktu (s).

3. PEMBAHASAN

Pelaksanaan Bendungan Jlantah berada melintang di Sungai Jlantah di desa Tlobo Kecamatan Jatiyoso, dengan luas DAS sebesar 22.47 Km², panjang sungai utama ± 15.72 km, total panjang sungai ± 60.76 km dan jumlah pertemuan sungai ± 42. Vegetasi yang dominan di daerah pengaliran sungai adalah hutan, tegalan, belukar/semak, kebun, pemukiman, dan sawah. Memiliki luas genangan 50,45 Ha dan kapasitas tampung 10,97 juta m³.

Analisa Hidrologi

a. Data Curah Hujan

Tabel 2 Data Curah Hujan

Tahun	Hujan Maksimum	Tahun	Hujan Maksimum
1997	123.36	2007	180.60
1998	109.61	2008	115.92
1999	93.71	2009	139.69
2000	116.40	2010	93.05
2001	91.49	2011	130.50
2002	110.12	2012	89.82
2003	98.76	2013	111.06
2004	104.46	2014	94.71
2005	93.88	2015	67.89
2006	109.67	2016	92.90

Analisa Hujan Rencana

Analisa curah hujan dimaksudkan untuk mendapatkan curah hujan rencana. Perhitungan curah hujan rencana ini diperlukan untuk memperkirakan besarnya hujan harian daerah maksimum yang mungkin terjadi. Berdasarkan simpangan maksimum yang terjadi dalam perencanaan ini dihitung dengan menggunakan metode Log Pearson Tipe III.

Log X = 2,03 mm

Standar deviasi = 0,08 mm

Cs = 0,23

KT (2 tahun) = -0,254

Perhitungan hujan rencana dengan periode ulang 2 tahun.

= Log X + KT x Standar deviasi

= 2,03 + (-0,254 x 0,08)

= 2,010 mm

XT = 102,010 = 97,353 mm

Tabel 3 Hasil Perhitungan Curah hujan Rencana

No	Tr	Curah Hujan Rancangan			
		Gumbel	Normal	Log Normal	Log Pearson Type III
1	2	91,719	97,649	90,194	97,353
2	5	123,621	128,026	130,118	130,300
3	10	144,744	143,920	157,620	146,198
4	20	165,005	157,041	184,657	158,055
5	25	171,432	160,863	193,370	161,252

6	50	191,231	171,806	220,659	169,706
7	100	210,884	181,646	248,476	176,377
8	200	230,465	190,652	276,992	181,687
9	500	256,298	201,564	315,967	187,107
10	1000	275,822	209,217	346,532	190,266

Analisa Curah Hujan Jam-jaman dengan Cara Mononobe, dan perhitungan curah hujan PMP dengan menggunakan metode Hersfield.

Tabel 4 curah Hujan Netto Rencana

Kala Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rancangan (mm)	Koef. Pengaliran (c)	Hujan Netto Rn (mm)
2	81,48	0,85	69,25
5	103,03	0,85	87,57
10	120,22	0,85	102,19
20	139,05	0,85	118,19
25	145,54	0,85	123,71
50	167,23	0,85	142,15
100	191,59	0,85	162,85
1000	297,43	0,85	252,81
PMP	485,50	0,85	412,68

Jadi koefisien pengaliran pada daerah DAS Jlantah diambil sebesar $C = 0,85$ (merupakan sungai di daerah pegunungan yang curam)

Analisa Debit Banjir

Dalam studi ini, hidrograf banjirnya dihitung dengan hidrograf satuan sintetik Nakayasu dapat dilihat hasilnya untuk kelompok dengan luas DAS dibawah 100 km², berada pada posisi yang wajar (tidak besar dan tidak kecil). Maka hasil debit metode Mononobe hidrograf satuan sintetik Nakayasu selanjutnya digunakan sebagai Analisa. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Data-data yang digunakan dalam analisa debit puncak banjir tersebut di samping data hujan atau debit juga menggunakan data lainnya seperti data kondisi fisik sungai, kondisi lahan DAS serta jenis tanah dominan. Untuk mendapatkan hubungan antara T dan Q dari hidrograf satuan di Daerah Pengaliran Sungai Jlantah, dimana luas daerah pengalirannya = 22,47 Km² dan panjang sungainya = 15,72 Km, hasil perhitungannya ditunjukkan pada tabel berikut :

Luas DAS (A) = 22,47 Km²

Panjang Sungai Utama (L) = 15,72 Km

R0 = 1 jam

Tg = $0,4 + 0,58 \cdot L$

= $0,4 + 0,58 \cdot 15,72$

= 1,31 jam

Tr = $(0,5 - 1) \cdot Tg$

= $(0,5 - 1) \cdot 1,31$

= 0,98 jam

Tp = Tg + 0,8 · Tr

= $1,31 + 0,8 \cdot 0,98$

= 2,10 jam

T0,3 = 2 · Tg

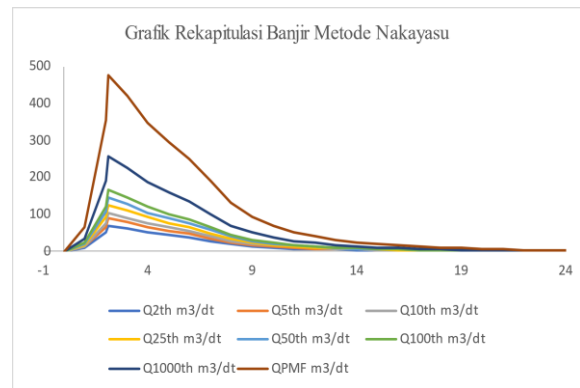
= 2 · 1,31

= 2,62

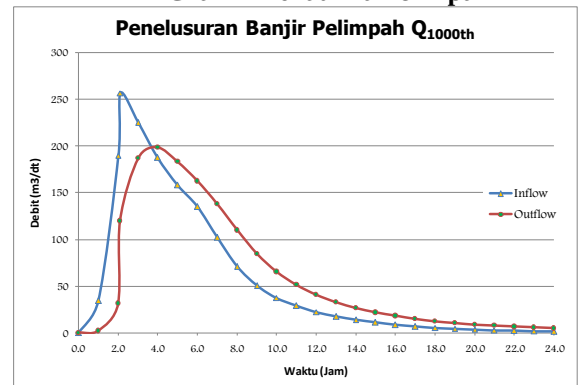
Qp = $A \cdot R0^{3,6} / (0,3 \cdot Tp + T0,3)$

= $22,47 \cdot 1^{3,6} / (0,3 \cdot 2,10 + 2,62)$

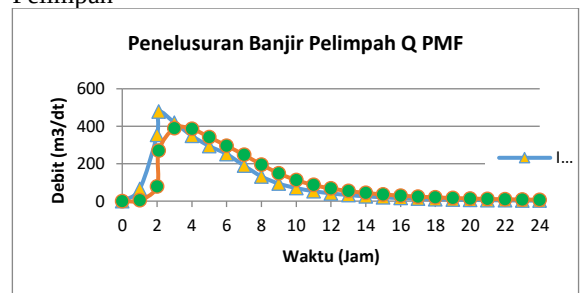
= 1,92



Grafik Rekapitulasi Banjir Metode Nakayasu
Grafik Hidraulika Pelimpah



Gambar Penelusuran Banjir Q1000th Melalui Pelimpah



Gambar Penelusuran Banjir QPMF Melalui Pelimpa

Tabel 5 Hasil Penelusuran Banjir

Kala Ulang	Inflow (M3/dt)	Outflow (M3/dt)	Hd (m)	Elevasi Muka Air
2	70.31	45.04	0.97	685.97
5	88.90	58.94	1.15	686.15
10	103.73	70.41	1.28	686.28
25	125.57	88.53	1.48	686.48
50	144.29	104.13	1.64	686.64
100	165.30	121.99	1.81	686.81
1000	256.61	198.49	2.46	687.46
PMF	477.69	389.58	3.75	688.75

Bangunan pelimpah untuk Bendungan Jlantah ini direncanakan menggunakan Tipe pelimpah overflow, dengan mercu Tipe OGEE dan elevasi crest pelimpah direncanakan pada elevasi +685.00. Untuk menentukan kapasitas Bendungan Jlantah dilakukan analisa routing pelimpah. Dimana pelimpah direncanakan dapat melewati debit banjir dengan kala ulang 1000 tahun. Dari analisa didapat lebar optimum pelimpah adalah 25,00 m, debit Inflow Q1000 adalah 256,61 m³/detik, debit outflow Q1000 adalah 198,49 m³/detik. Tinggi muka air banjir outflow Q1000 adalah 2,46 m pada

elevasi +687,46, dari hasil analisa ditambahkan tinggi jagaan sebesar 1,82 sehingga didapat elevasi +689,28, jadi elevasi puncak bendungan +690.00 aman.q

4. PENUTUP

Berdasarkan dari penelitian di dapatkan beberapa kesimpulan bahwa dengan menggunakan Metode debit banjir Hidrograf Satuan Sinetik Nakayasu, maka debit Q2tahun adalah 70,31 m³/dt, Q5tahun adalah 88,90 m³/dt, Q10tahun adalah 103,73 m³/dt, Q25tahun adalah 125,57 m³/dt, Q50tahun adalah 144,29 m³/dt, Q100tahun adalah 165,30 m³/dt, Q1000tahun 256,61 m³/dt. Serta dengan penelusuran banjir menggunakan metode Storage Indication Method, maka diperoleh debit puncak dari outflow Q1000 adalah 198,49 m³/dt.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin, Syah, Amril Maruf Siregar, Amril, & Riki Chandra Wijaya, Riki. (n.d.). Analisis Potensi Dan Mitigasi Ancaman Banjir Aliran Debris Di Semaka, Kabupaten Tanggamus. *Laporan Akhir Penelitian*.
- Hendri, Andy. (2016). Analisis Metode Intensitas Hujan Pada Stasiun Hujan Pasar Kampar Kabupaten Kampar. *Proceedings ACES (Annual Civil Engineering Seminar)*, 1, 297–304.
- Lubis, Fadrizal. (2016). Analisa frekuensi curah hujan terhadap kemampuan drainase pemukiman di kecamatan kandis. *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 34–46.
- Murdhianti, Ari, Juwono, Pitojo Tri, & Asmaranto, Runi. (2016). Mitigasi Bencana Banjir Akibat Keruntuhan Bendungan Berdasarkan Dambreak Analysis pada Bendungan Benel di Kabupaten Jembrana. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 7(2), 193–204.
- Nadia, Kivani, Mananoma, Tiny, & Tangkudung, Hanny. (2019). Analisis debit banjir dan tinggi muka air Sungai Tembran di Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 7(6).
- Palar, Ronaldo Toar, Kawet, Lingkan, Wuisan, Eveline M., & Tangkudung, Hanny. (2013). Studi perbandingan antara hidrograf SCS (soil conservation service) dan metode rasional pada DAS Tikala. *Jurnal Sipil Statik*, 1(3).
- Setyawati, Heni, Najib, Najib, & Hidayatillah, Ahmad Syauqi. (2018). Analisis Rembesan Pada Perencanaan Pembangunan Bendungan Logung, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah. *Jurnal Geosains Dan Teknologi*, 1(3), 99–106.
- Wirustyastuko, Dandi, & Nugroho, Joko. (2013). Analisis wilayah tergenang dan perilaku banjir pada simulasi kegagalan Bendungan Ciawi. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 20(2), 121–132.