

ANALISIS *ROUTING* ALIRAN MELALUI *RESERVOIR* (STUDI KASUS WADUK DIPONEGORO)

Adhi Susilo¹⁾, Siti Qomariah²⁾, Agus Hari Wahyudi³⁾

¹⁾ Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

^{2) 3)} Pengajar Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126 – Telp. 0271-634524

Email: adhisusilo090@gmail.com

ABSTRACT

Diponegoro reservoir was built in Kali Krengseng / Seketak within the territory Campus Diponegoro University and the location of reservoir is approximately 250 m northen of the stadium UNDIP. River Krengseng/ Seketak to the dam site have Diponegoro catchment area approximately 1024 hectares with ± 8 km long river, is one of the tributaries of times Pengkol. Partly based on the principle of conservation of mass and momentum, to get a good answer about the relationship between a debit entry pond, change the water level in the pond / reservoir, and a discharge that comes out of the reservoir. Calculation searches floods in reservoirs is highly dependent on the volume of the reservoir per level or characteristics of the pond, the dimensions of the reservoir spillway, the water in the reservoir operation for users of water from the reservoir. The problem faced is how to control the flooding that occurred during the rainy season and during the dry season does not suffer from drought. The purpose of this study was to analyze the flow of flood search so knowing the effective functioning as building flood control dams. The method used in this research is quantitative descriptive. This method is in the form of data collection, data analysis, and interpretation of results of analysis to get information for decision-making and conclusions.

Based on the analysis of the flood plan Reservoir Diponegoro using Flood Routing, the authors conclude that the reservoir Diponegoro effective as flood control with a return period of 100 years, based on the search results elevation top of the dam is able to lower the flood discharge amounting to $33\,799\text{ m}^3 / \text{dt}$ be $20\,597\text{ m}^3 / \text{dt}$.

Keywords: *Dam, River, Water, Routing, Reservoir*

ABSTRAK

Waduk Diponegoro dibangun di Kali Krengseng/Seketak yang berada dalam wilayah Kampus Universitas Diponegoro dan Lokasinya kurang lebih 250 m sebelah utara Stadion UNDIP. Kali Krengseng/Seketak sampai pada lokasi Waduk Diponegoro memiliki luas daerah tangkapan air (DTA) sekitar 1024 Ha dengan panjang sungai ± 8 km, merupakan salah satu anak sungai Kali Pengkol. Sebagian berdasarkan pada prinsip kekekalan masa dan momentum, untuk mendapatkan jawaban yang baik tentang hubungan antara debit masuk kolam penampungan, perubahan level air di kolam penampungan/waduk, dan debit yang keluar dari waduk. Perhitungan penelusuran banjir di waduk sangat tergantung dari volume waduk per level atau karakteristik kolam penampungan, dimensi pelimpah waduk, operasional air di waduk bagi pemakai air dari waduk tersebut. Permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana cara mengendalikan banjir yang terjadi pada saat musim penghujan dan pada saat musim kemarau tidak mengalami kekeringan. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk menganalisa penelusuran banjir aliran sehingga mengetahui efektifitas fungsi bendungan sebagai bangunan pengendali banjir.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Metode ini berupa pengumpulan data, analisis data, dan interpretasi hasil analisis untuk mendapatkan informasi guna pengambilan keputusan dan kesimpulan.

Berdasarkan hasil analisa mengenai banjir rencana Waduk Diponegoro dengan menggunakan metode ***Flood Routing***, maka dapat menyimpulkan bahwa Waduk Diponegoro efektif sebagai pengendalian banjir dengan kala ulang 100 tahun, berdasarkan hasil penelusuran elevasi puncak bendungan mampu menurunkan debit banjir sebesar $33.799\text{ m}^3/\text{dt}$ menjadi $20.597\text{ m}^3/\text{dt}$.

Kata kunci: *Waduk, Sungai, Air, Routing, Reservoir*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan unsur yang sangat penting di bumi dan dibutuhkan oleh semua benda hidup serta merupakan energi yang mempertahankan permukaan bumi secara konstan (Chow dkk, 1988). Untuk memenuhi kebutuhan air yang semakin lama semakin meningkat, maka perlu dibangun waduk. Dalam satu tahun di Indonesia memiliki dua musim, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Di saat musim kemarau air berkurang dan akan mengakibatkan kekeringan, sedangkan musim penghujan air sangat banyak tersedia memungkinkan dapat terjadinya banjir.

Dalam kehidupan, banjir adalah merupakan musibah yang cukup sering menelan kerugian materi dan jiwa. Untuk itu banyak yang meneliti tentang pergerakan banjir dan pemantauan banjir, baik di sungai maupun lewat kolam penampungan (*reservoir*). Kolam penampungan adalah suatu kolam yang akan menampung air di kala musim hujan dan memanfaatkannya di kala musim kemarau. Dilihat dari kejadiannya maka kolam penampungan ada yang alami (danau), dan ada yang dibangun oleh manusia (waduk).

Waduk Diponegoro dibangun di Kali Krengseng/seketak yang berada dalam wilayah Kampus Universitas Diponegoro dan Lokasinya kurang lebih 250 m sebelah utara Stadion UNDIP. Kali Krengseng/Seketak sampai pada lokasi Waduk Diponegoro memiliki luas daerah tangkapan air (DTA) sekitar 1024 Ha dengan panjang sungai \pm 8 km, merupakan salah satu anak sungai Kali Pengkol.

Hulu Kali Krengseng/Seketak memiliki ketinggian 300 m DPL dan 37,5 m DPL pada bagian pertemuannya dengan Kali Pengkol. Secara umum kondisi daerah tangkapan air Kali Krengseng/Seketak relatif masih cukup baik, karena pada saat musim kemarau sungai tersebut masih memiliki aliran air.

Penelusuran banjir adalah perhitungan gerakan air banjir yang lewat di kolam penampungan dengan menggunakan matematik untuk menghitung air yang keluar (*outflow*) dari kolam penampungan (*storage*) sebagai akibat dari air yang masuk (*inflow*). Pendekatan klasik dalam perhitungan penelusuran banjir di waduk adalah dengan pendekatan konsep penampungan air (*storage concept*). Metode ini mengacu kepada **hydrologic reservoir routing methodes**, atau disebut juga **storage routing methods**.

Routing methods berdasarkan pada prinsip kekekalan masa dan momentum, untuk mendapatkan jawaban yang baik tentang hubungan antara debit masuk kolam penampungan, perubahan level air di kolam penampungan/waduk, dan debit yang keluar dari waduk. Perhitungan penelusuran banjir (*reservoir routing*) di waduk sangat tergantung dari volume waduk per level atau karakteristik kolam penampungan, dimensi pelimpah waduk (*overtopping*, pengeluaran air bisa tidak terkontrol), operasional air di waduk bagi pemakai air dari waduk tersebut (keluaran airnya terkontrol). Banjir yang datang dari sungai apabila masuk (I) dalam waduk maka akan mengalami terlebih dahulu penampungan (*storage*), baru akan keluar (O) lewat bangunan pelimpah atau bangunan pengatur pemakaian air dan akan mencapai puncak debit (banjir) atau menjadi sirkulasi air di waduk selama kurun waktu tertentu (minimum 1 tahun). Dari uraian diatas yang melatar belakangi penelitian ini yaitu **Analisis Routing Aliran Melalui Reservoir**.

DASAR TEORI

Pengertian Bendungan

Bendungan adalah sebuah bangunan air yang berfungsi sebagai penangkap air dan menyimpannya di musim penghujan waktu air sungai mengalir dalam jumlah besar, berbeda dengan fungsi sebuah bendung yang tidak dapat menyimpan air melainkan hanya untuk meninggikan muka air sungai. Dalam perencanaan waduk dibutuhkan penelitian ataupun survey awal secara cermat dan teliti dari fungsi dan efek yang ditimbulkan dari pembangunan waduk. Dalam perancangan waduk tidaklah mudah karena badan dari waduk tidak boleh ada celah sedikitpun.

Tampungan

Tampungan terbatas adalah tampungan biasa yang dapat melimpah dan kering. Tidak semua prosedur *reservoir storage-yield* diartikan sebagai tampungan terbatas. Tampungan semi terbatas adalah satu yang dapat melimpah tetapi tidak akan pernah kering. Pengertian lain tampungan adalah tampungan yang terbatas yang dapat kosong tetapi tidak melimpah.

Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara yang kemudian jatuh ke permukaan tanah yang berupa air hujan dan akhirnya kembali mengalir ke laut lagi. Air tersebut juga akan tertahan (sementara) di sungai, danau, waduk dan dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia ataupun makhluk lainnya. Dalam daur hidrologi, energi matahari menyebabkan terjadinya proses evaporasi di laut atau badan-badan air lainnya. Uap air tersebut akan terbawa oleh angin melintasi daratan yang bergunung maupun datar. Dan apabila keadaan atmosfer memungkinkan, sebagian uap air tersebut akan turun menjadi hujan (Sri Br. Harto, 1993).

Analisis Hidrologi

Intensitas hujan merupakan salah satu faktor yang menentukan besarnya debit banjir (banjir kiriman dan banjir lokal) bagi daerah tersebut. Semakin besar curah hujan yang ada maka semakin besar pula banjir yang terjadi. Dengan diketahui besarnya curah hujan pada suatu daerah maka dapat diketahui pula besarnya intensitas hujan pada daerah tersebut, yang dapat digunakan untuk menghitung besarnya debit banjir pada daerah tersebut (Sri Br. Harto 1993).

HSS Gama I dan HSS Nakayasu

HSS Gama I dan HSS Nakayasu merupakan sebuah metode perhitungan untuk menghitung debit banjir rancangan.

Satuan Hidrograf Sintetik GAMA I dibentuk oleh tiga komponen dasar yaitu waktu naik (T_r), debit puncak (Q_p) dan waktu dasar (T_b), dengan uraian sebagai berikut :

1. Waktu Naik (T_r) dinyatakan dengan persamaan :

$$T_r = 0,43 (L/100.SF)^3 + 1,0665 \cdot SIM + 1,2775$$

Keterangan :

- T_r = Waktu Naik (jam)
- L = Panjang Sungai (km)
- SF = Faktor Sumber yaitu perbandingan antara jumlah panjang sungai tingkat 1 dengan jumlah panjang sungai semua tingkat.
- SIM = Faktor Simetri yang ditetapkan sebagai hasil kali antara factor lebar (WF) dengan luas relative DAS sebelah hulu (RUA)

2. Debit Puncak (Q_p), dihitung berdasarkan persamaan :

$$Q_p = 27,4132 * * * *$$

Keterangan :

- Q_p = Debit Puncak (m³/det)
- T_r = Waktu Naik (jam)
- S = Kemiringan sungai rata-rata
- SN = Frekuensi sumber yaitu perbandingan antara jumlah segmen sungai-sungai tingkat 1 dengan jumlah sungai semua tingkat.
- RUA = Luas DPS sebelah hulu (km²)

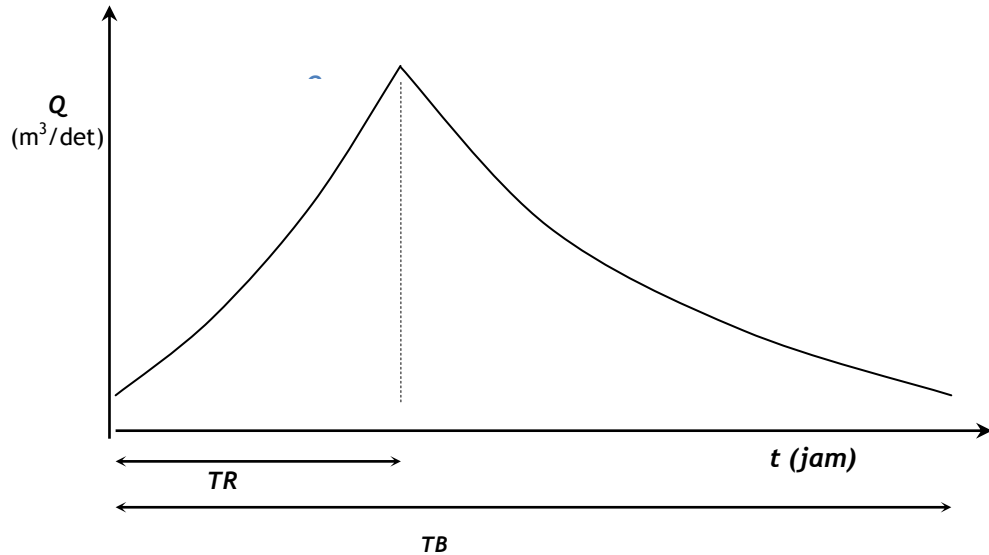
3. Waktu Dasar (T_b), dihitung berdasarkan persamaan :

$$T_b = 0.1836 . * *$$

Keterangan :

- T_b = Waktu Dasar (jam)
- A = Luas DPS (km²)
- JN = Jumlah Pertemuan Sungai
- T_r = Waktu Naik (jam)

4. Bentuk Grafis Hidrograf Satuan Sintetik GAMA I



Gambar 2.4 Bentuk Grafis HSS GAMA I

5. Hujan Efektif (Reff)

Perhitungan Hujan Efektif dengan menggunakan metode Φ indeks yaitu dengan mengasumsikan kehilangan hujan dari jam ke jam adalah sama, sehingga kelebihan dari curah hujan akan sama dengan hidrograf aliran dengan kata lain hidrograf aliran dihirung berdasarkan hujan efektif yaitu jumlah curah hujan jam-jaman dikurangi dengan Φ indeks. (Standart Perhitungan Debit Banjir, SK SNI M – 18 – 1989 -

$$\Phi \text{ indeks} = 10,4903 - 3,859x \quad * \quad + 1,6985 * \quad *$$

F). Persamaan perhitungan hujan efektif dengan metode Φ indeks adalah :

Keterangan :

- Φ indeks = Kehilangan curah hujan (mm/jam)
- DPS = Luas Daerah Pengaliran Sungai (km²)
- SN = Frekuensi sumber yaitu perbandingan antara jumlah segmen sungai sungai tingkat 1 dengan jumlah sungai semua tingkat.

6. Base Flow atau aliran dasar

Base Flow atau aliran dasar yang didekati dengan persamaan yang merupakan fungsi dari Luas DPS dan krapatan jaringan sungai, yang dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_b = 0,4751 * \quad * A *$$

Keterangan :

- Qb = Aliran Dasar (m³/det)
- A = Luas DPS (km²)
- DPS = Luas DPS (km²)
- D = Kerapatan Jaringan Sungai (km/km²)

METODE PENELITIAN

Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data curah hujan dari stasiun hujan Banyumeneng, Gunungpati, dan Pucanggading selama 10 tahun yang diperoleh dari instansi Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana.

Tahapan Penelitian

1. Pengumpulan data curah hujan dari tiga pos stasiun hujan, yaitu Sta. Pucanggading, Sta. Banyumeneng, Sta. Gunungpati.
2. Menghitung data curah hujan maximum dengan metode *Poligon Thiessen*.
3. Pemilihan jenis distribusi frekuensi terpilih.
4. Uji jenis distribusi yang terpilih (Uji chi kuadrat).
5. Menghitung debit banjir rencana dengan metode HSS Gama I dan metode HSS Nakayasu.
6. Menghitung Penelusuran Banjir (*Flood Routing*).
7. Membandingkan grafik volume dengan genangan.
8. Menghitung Hidrograf Banjir.

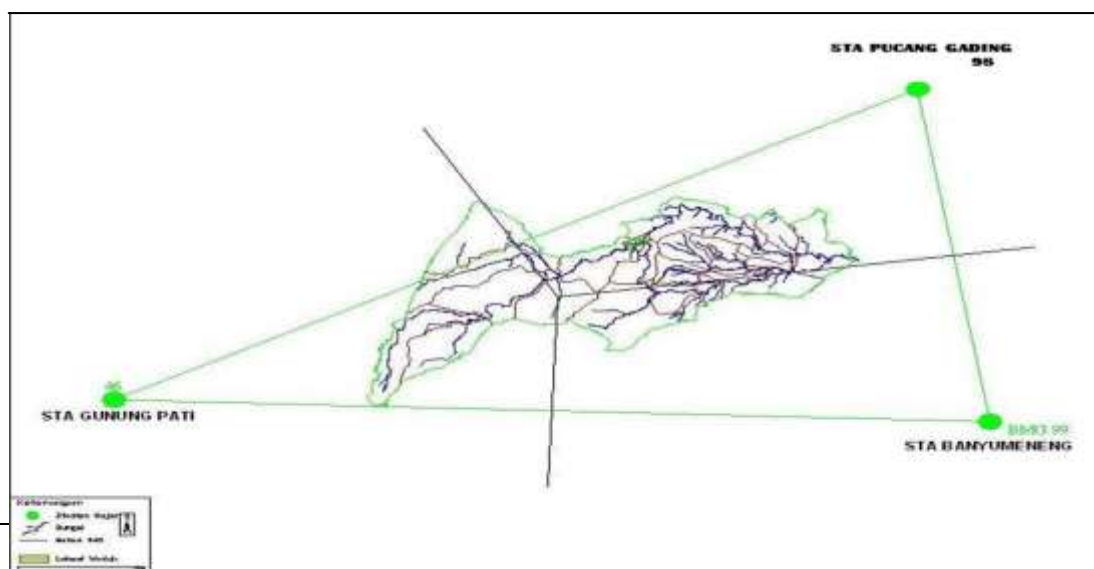
HASIL DAN PEMBAHASAN

ANALISA HUJAN RENCANA

Dalam analisis hidrologi dilakukan tahapan pekerjaan sebagai berikut :

- a. Pengumpulan Data dan Peta
Pengumpulan data hidrologi meliputi semua data yang mempengaruhi pada Daerah Pengaliran Sungai (DPS), antara lain data hujan, data klimatologi, data karakteristik DPS, data pola operasi, dan Peta topografi DPS atau peta rupa bumi skala 1 : 50.000.
- b. Pengujian Data
Pengujian terhadap semua data hidrologi yang telah dikumpulkan dimaksudkan untuk mengetahui ketelitian dan kebenaran data, sehingga dalam analisis perhitungan akan diperoleh hasil yang sesuai atau mendekati kenyataan yang sebenarnya.
- c. Analisis Hidrologi
Analisis hidrologi diperlukan untuk mengetahui aliran tinggi atau debit banjir dengan cara pengalih ragaman data hujan historis menjadi debit banjir rencana.

Luas Pengaruh Stasiun Hujan



Distribusi Curah Hujan Daerah

Kurva - kurva aliran (Rating Kurva) pada suatu daerah dapat diperkirakan dari limpasan hujan dengan menggunakan data curah hujan. Adapun data curah hujan yang digunakan tersebut adalah data curah hujan yang dapat mewakili daerah pengaliran sungai (DPS). Oleh karena data hujan yang diperoleh merupakan hujan titik dari stasiun hujan maka harus dianalisa untuk menjadi hujan daerah dengan mempertimbangkan data dari ketiga stasiun hujan tersebut luas daerah tangkapan yang dipengaruhi oleh masing-masing stasiun hujan. Analisa dilakukan dengan metode Poligon Thiessen, karena metode ini memiliki kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan metode lain diantaranya:

- Metode Poligon Thiessen lebih memiliki ketelitian yang cukup tinggi.
- Metode Poligon Thiessen lebih mudah dalam perhitungannya dibandingkan dengan metode yang lain.
- Metode Poligon Thiessen tidak memerlukan data yang banyak, cukup dengan data tinggi curah hujan maximum dan data luas daerah catchment area.

No	Nama Stasiun	Luas DPS (km ²)	Koefisien Thiessen
1	Gunungpati	10.57	0.1188
2	Banyumeneng	31.93	0.3589
3	Pucanggading	46.46	0.5223
	Luas Total	88.96	1.00

Analisis Curah Hujan Area Dengan Metode Thiessen

Perhitungan Curah Hujan Area Tahun 2005 sebesar 63.21.

Rekapitulasi Curah Hujan Area Maksimum Dengan Metode Thiessen
Stasiun Hujan Gunungpati, Banyumeneng, Pucanggading

No.	Tanggal	Hujan Maksimum
1	8 Maret 2005	63.21
2	5 Febuari 2006	105.73
3	8 Maret 2007	112.22
4	30 Januari 2008	101.66
5	8 Febuari 2009	104.16
6	20 Febuari 2010	76.23
7	12 Januari 2011	90.42
8	14 Febuari 2012	52.23
9	10 Juli 2013	76.56
10	4 Febuari 2014	118.77

Sumber : Perhitungan, 2015

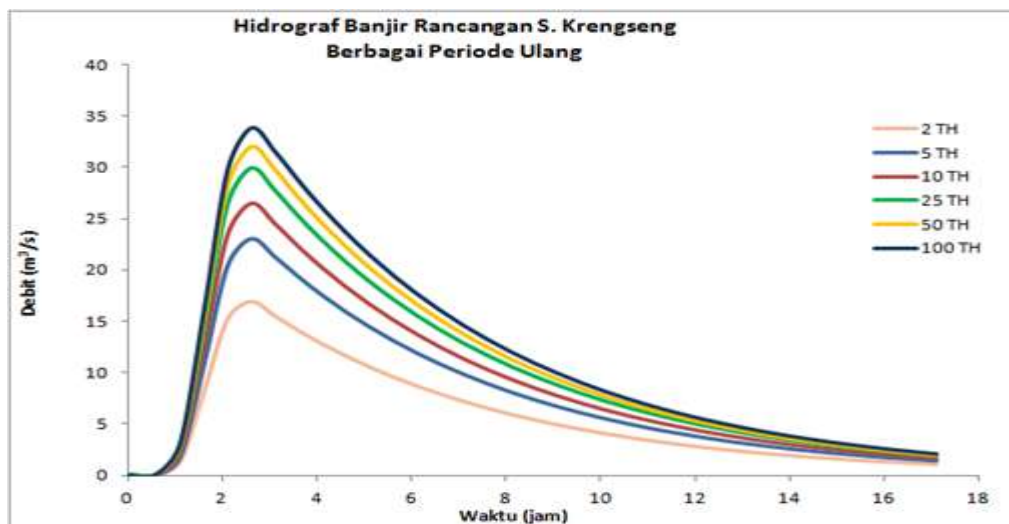
Analisis Hidrograf HSS Gama I

Setelah hidrograf satuan dan hujan efektif dengan interval waktu yang sama diketahui, langkah selanjutnya adalah menghitung limpasan permukaan/langsung yang digunakan sebagai debit rencana pada Sungai Krengseng. Tabulasi dan matriks untuk proses konvolusi Sungai Krengseng dapat dilihat pada Limpasan Langsung Metode Gama I.

t (jam)	Hidrograf Terkoreksi (Qt)	PU 2 TH	PU 5 TH	PU 10 TH	PU 25 TH	PU 50 TH	PU 100 TH
		Limpasan Lgs. (m ³ /det)	Limpasan Lgs. (m ³ /det)	Limpasan Lgs. (m ³ /det)	Limpasan Lgs. (m ³ /det)	Limpasan Lgs. (m ³ /det)	Limpasan Lgs. (m ³ /det)

t (jam)	Hidrograf Terkoreksi (Qt)	PU 2 TH	PU 5 TH	PU 10 TH	PU 25 TH	PU 50 TH	PU 100 TH
		Limpasan Lgs. (m ³ /det)	Limpasan Lgs. (m ³ /det)	Limpasan Lgs. (m ³ /det)	Limpasan Lgs. (m ³ /det)	Limpasan Lgs. (m ³ /det)	Limpasan Lgs. (m ³ /det)
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.1	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.6	0.21	0.00	0.02	0.05	0.09	0.11	0.13
1.1	0.39	1.34	1.83	2.25	2.69	2.94	3.14
1.6	0.42	8.10	10.80	12.45	14.18	15.16	15.96
2.1	0.39	15.16	20.43	23.38	26.45	28.21	29.67
2.6	0.35	16.90	23.10	26.47	29.99	32.06	33.80
3.1	0.32	15.49	21.34	24.50	27.81	29.83	31.53
3.6	0.29	14.07	19.38	22.25	25.25	27.11	28.69
4.1	0.26	12.77	17.59	20.20	22.92	24.61	26.05
4.6	0.24	11.60	15.97	18.34	20.81	22.35	23.65
5.1	0.22	10.53	14.50	16.65	18.90	20.29	21.47
5.6	0.20	9.56	13.17	15.12	17.16	18.42	19.49
6.1	0.18	8.68	11.96	13.73	15.58	16.73	17.70
6.6	0.16	7.88	10.85	12.46	14.14	15.19	16.07
7.1	0.15	7.16	9.86	11.32	12.84	13.79	14.59
7.6	0.13	6.50	8.95	10.27	11.66	12.52	13.25
8.1	0.12	5.90	8.12	9.33	10.59	11.37	12.03
8.6	0.11	5.36	7.38	8.47	9.61	10.32	10.92
9.1	0.10	4.86	6.70	7.69	8.73	9.37	9.92
9.6	0.09	4.41	6.08	6.98	7.92	8.51	9.00
10.1	0.08	4.01	5.52	6.34	7.19	7.72	8.17
10.6	0.07	3.64	5.01	5.76	6.53	7.01	7.42
11.1	0.07	3.30	4.55	5.23	5.93	6.37	6.74
11.6	0.06	3.00	4.13	4.75	5.39	5.78	6.12
12.1	0.06	2.72	3.75	4.31	4.89	5.25	5.56
12.6	0.05	2.47	3.41	3.91	4.44	4.77	5.04
13.1	0.05	2.25	3.09	3.55	4.03	4.33	4.58
13.6	0.04	2.04	2.81	3.22	3.66	3.93	4.16
14.1	0.04	1.85	2.55	2.93	3.32	3.57	3.78
14.6	0.03	1.68	2.32	2.66	3.02	3.24	3.43
15.1	0.03	1.53	2.10	2.41	2.74	2.94	3.11
15.6	0.03	1.39	1.91	2.19	2.49	2.67	2.83
16.1	0.03	1.26	1.73	1.99	2.26	2.42	2.57
16.6	0.02	1.14	1.57	1.81	2.05	2.20	2.33
17.1	0.02	1.04	1.43	1.64	1.86	2.00	2.11

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015



Hidrograf Banjir Rancangan (Metode Gama I)

Analisis Hidrograf HSS Nakayasu

Perhitungan Unit Hidrograf Metode Nakayasu.

Parameter HSS Nakayasu :

1. Luas DAS (A) = 9,024 km²
2. Panjang sungai utama (L) = 7,70 km
3. Parameter Alfa (α) = 2
4. Koefisien pengaliran (C) = 0,16 (daerah perbukitan)
5. Ro = 1 mm

Parameter bentuk hidrograf

- a) Mencari nilai waktu konsentrasi (t_g), untuk $L < 15$ km
- b) Mencari nilai satuan waktu dari curah hujan (T_r)
- c) Mencari waktu permulaan banjir sampai puncak hidrograf banjir (T_p)
- d) Mencari waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali puncak banjir ($T_{0,3}$)
- e) Mencari nilai hidrograf untuk tiap interval tertentu

f) Durasi waktu yang diperlukan :

❖ Pada waktu naik, $0 < t < T_p$

$$0 < t < 1,227$$

t	Qa
0	0.000
1	0.724
❖ 1.227	1.182

❖ Pada kurva turun

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

$$0 \leq t \leq (1,227 + 1,752)$$

$$0 \leq t \leq 2,979$$

t	Qd1
1.227	1.182
2	0.695
2.979	0.355

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

$$2,979 \leq t \leq 5,608$$

t	Qd2
2.979	0.355
3	0.351
4	0.222
5	0.141
5.608	0.106

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

$$t > 5,608$$

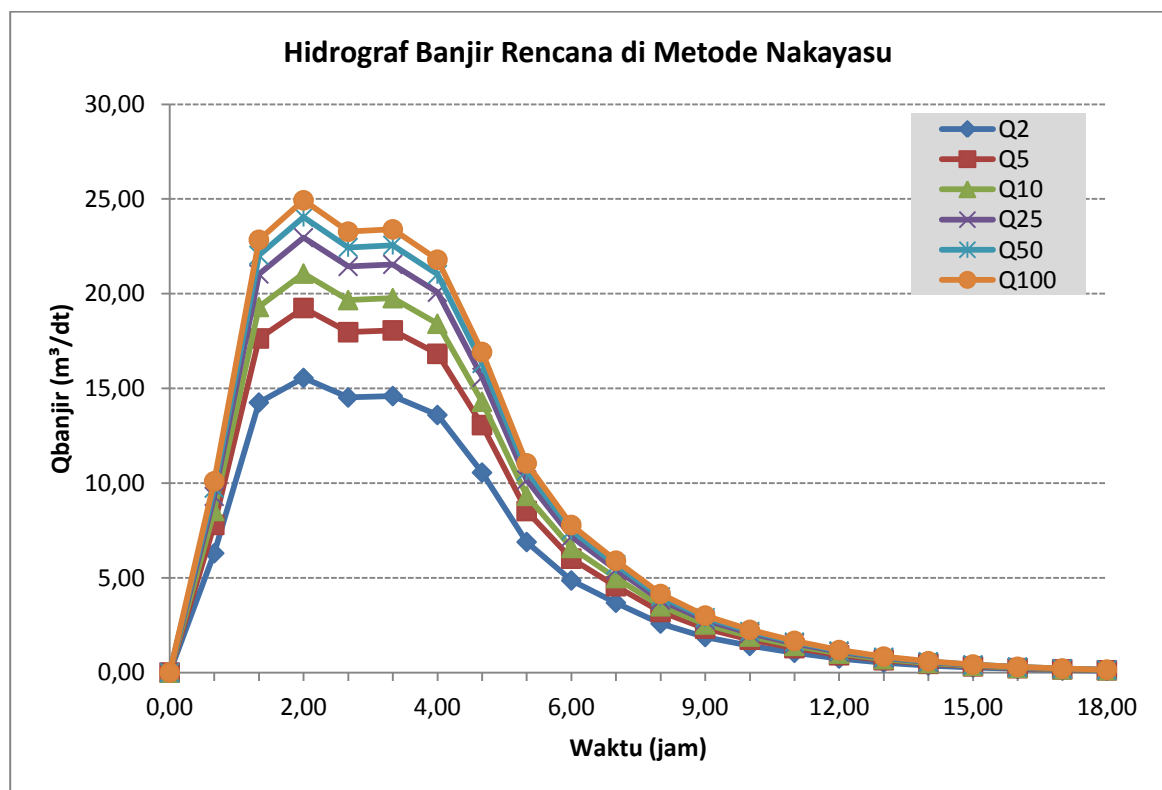
t	Qd3
5.608	0.106
6	0.093
7	0.066
8	0.047
9	0.033
10	0.024
11	0.017
12	0.012
13	0.008
14	0.006
15	0.004
16	0.003
17	0.002
18	0.002

Hasil perhitungan konvolusi limpasan langsung berbagai periode ulang metode Nakayasu

T (jam)	Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	6.298	7.794	8.530	9.299	9.736	10.096
1.227	14.253	17.638	19.304	21.044	22.031	22.848
2	15.554	19.248	21.065	22.964	24.042	24.933
2.979	14.521	17.970	19.666	21.439	22.445	23.277
3	14.597	18.063	19.769	21.551	22.562	23.398
4	13.597	16.827	18.415	20.075	21.018	21.796
5	10.557	13.064	14.298	15.587	16.318	16.923
5.608	6.890	8.526	9.331	10.172	10.650	11.044
6	4.859	6.013	6.581	7.174	7.511	7.789
7	3.684	4.559	4.989	5.439	5.694	5.905
8	2.586	3.200	3.502	3.818	3.997	4.145
9	1.875	2.321	2.540	2.769	2.899	3.006
10	1.404	1.737	1.901	2.072	2.170	2.250
11	1.042	1.289	1.411	1.538	1.610	1.670

12	0.739	0.914	1.001	1.091	1.142	1.185
13	0.524	0.649	0.710	0.774	0.810	0.840
14	0.372	0.460	0.503	0.549	0.575	0.596
15	0.264	0.326	0.357	0.389	0.408	0.423
16	0.187	0.231	0.253	0.276	0.289	0.300
17	0.133	0.164	0.180	0.196	0.205	0.213
18	0.094	0.116	0.127	0.139	0.145	0.151

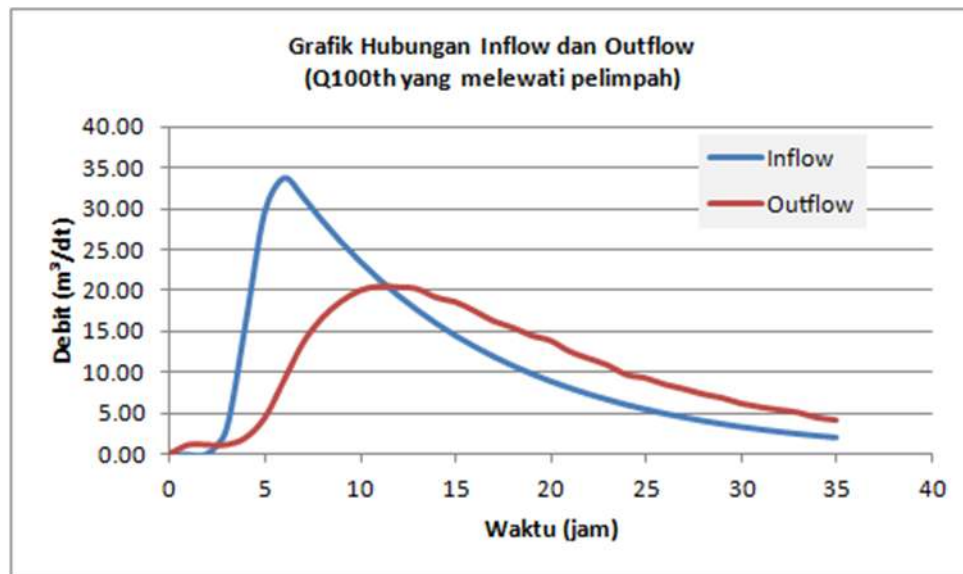
Sumber: Hasil Perhitungan 2015



Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu

Analisis Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)

Untuk keamanan Bendungan Diponegoro, dengan melihat hasil perhitungan debit banjir diatas maka sebagai dasar perhitungan penelusuran banjir dipakai banjir banjir 100 tahun dari metode Gama I.



KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis mengenai banjir rencana Waduk Diponegoro dengan menggunakan metode *Flood Routing*, maka dapat menyimpulkan bahwa Waduk Diponegoro efektif sebagai pengendalian banjir dengan kala ulang 100 tahun, berdasarkan hasil penelusuran elevasi puncak bendungan mampu menurunkan debit banjir sebesar $33.799 \text{ m}^3/\text{dt}$ menjadi $20.597 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Perlu dilakukan penelitian yang lebih spesifik untuk mendapatkan data yang lebih akurat.
2. Pengkajian lebih mendalam terkait analisis data
3. Mengembangkan dengan berbagai metode untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, V.T, 1964, Handbook of Applied Hydrology, Mc, Graw Hill Book, New York
FAO, 1997, *Guidelines for Predicting Crop Water Requirement*.
Puslitbang Pengairan, 1989, *Metode Perhitungan Debit Banjir*, SK SNI M-18- 1989 F, Bandung.
Soemarto, 1986, *Hidrologi Teknik*, Jakarta
Sri Harto Br, 1993, *Analisis Hidrologi*, Jakarta