

Potensi Penurunan Debit Banjir Di Sungai Jragung Akibat Pembangunan Bendungan Jragung

Guntoro Riki Wibisono¹, Avin Ananta Paranindya², Budi Santosa³, Djoko Suwarno⁴
email: ¹18b10071@student.unika.ac.id, ²18b10097@student.unika.ac.id

^{1,2}Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata,
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang 50234

^{3,4}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata,
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang 50234

Abstrak

Daerah Aliran Sungai Jragung pada saat debit banjir yang mengalir cukup besar menyebabkan daerah tengah dan hilir dilanda banjir setiap tahun, bahkan banjir besar di beberapa daerah salah satunya di Bendung Guntur dapat terjadi dua kali dalam setahun, kondisi Daerah Aliran Sungai Jragung sudah sebagian besar terbuka karena hampir 70% berupa kebun dan ladang, tetapi dengan kondisi tersebut masih terdapat oknum yang melakukan kegiatan pembukaan lahan dan *illegal logging* sehingga pemerintah membuat Bendungan Jragung untuk mereduksi banjir pada aliran Sungai Jragung. Penelitian ini berguna untuk mengetahui debit banjir sebelum ada Bendungan Jragung dan setelah ada Bendungan Jragung sehingga dapat diketahui angka reduksi dari debit banjir pada Sungai Jragung untuk kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, dan 1000 Tahun. Untuk menganalisis pengaruh pembangunan Bendungan Jragung terhadap potensi penurunan debit banjir Sungai Jragung pada penelitian ini digunakan analisis Hidrograf Satuan Sintetik dan debit melalui waduk. Penelitian ini menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik Snyder dan debit melalui waduk menggunakan metode *level pool routing*. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah curah hujan peta Daerah Aliran Sungai Jragung, data parameter bendungan, data parameter Daerah Aliran Sungai, dan debit aliran Sungai Jragung. Dari hasil penelitian dapat diketahui debit sebelum ada bendungan yaitu sebagai aliran *inflow* untuk kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, dan 1000 tahun sebesar sebesar 26,79 m³/det, 36,80 m³/det, 43,46 m³/det, 49,79 m³/det, 58,14 m³/det, 64,53 m³/det, 71,03 m³/det, 79,56 m³/det dan 86,13 m³/det. Untuk hasil penelitian debit setelah ada bendungan sebagai *outflow* untuk kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, dan 1000 tahun sebesar 24,41 m³/det, 33,46 m³/det, 39,46 m³/det, 45,19 m³/det, 52,90 m³/det, 58,84 m³/det, 64,61 m³/det, 72,30 m³/det, dan 78,22 m³/det. Berdasarkan hasil debit banjir sebelum ada bendungan dan setelah ada bendungan dapat diketahui potensi penurunan debit banjir pada Sungai Jragung untuk kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, dan 1000 tahun sebesar 8,88%, 9,06%, 9,18%, 9,25%, 9,01%, 8,95%, 9,04%, 9,12% dan 9,18%.

Kata kunci : debit banjir, hidrograf satuan sintetik snyder, debit melalui waduk.

Abstract

The Jragung River Watershed area, when the flood discharge is large enough, causes the middle and downstream areas to be hit by floods every year, even major floods in several areas, one of which is Guntur Bend, can occur twice a year, the condition of the Jragung River Watershed Area is mostly open because Almost 70% is in the form of gardens and fields, but with these conditions there are still individuals who carry out land clearing and illegal logging activities, so the government built the Jragung Dam to reduce flooding in the Jragung River. This research is useful for knowing the flood discharge before the Jragung Dam and after the Jragung Dam so that we can know the reduction rate of flood discharge on the Jragung River for return periods of 2, 5, 10, 20, 50, 100,

200, 500 and 1000 years. . To analyze the effect of the construction of the Jragung Dam on the potential for reducing Jragung River flood discharge in this study, Synthetic Unit Hydrograph analysis and discharge through the reservoir were used. This research uses the Snyder Synthetic Unit Hydrograph and discharge through the reservoir using the level pool routing method. The data used in this research are rainfall maps of the Jragung River Watershed, dam parameter data, River Watershed parameter data, and Jragung River flow discharge. From the research results, it can be seen that the discharge before the dam was established, namely as an inflow flow for return periods of 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 and 1000 years, was 26.79 m³/sec, 36.80 m³/sec, 43.46 m³/sec, 49.79 m³/sec, 58.14 m³/sec, 64.53 m³/sec, 71.03 m³/sec, 79.56 m³/sec and 86.13 m³/sec. For the research results, the discharge after the dam as an outflow for return periods of 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 and 1000 years was 24.41 m³/sec, 33.46 m³/sec, 39.46 m³/sec, 45.19 m³/sec, 52.90 m³/sec, 58.84 m³/sec, 64.61 m³/sec, 72.30 m³/sec, and 78.22 m³/sec. Based on the results of flood discharge before the dam and after the dam, it can be seen that the potential for decreasing flood discharge on the Jragung River for return periods of 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 and 1000 years is 8.88%, 9, 06%, 9.18%, 9.25%, 9.01%, 8.95%, 9.04%, 9.12% and 9.18%.

Keywords: flood discharge, snyder synthetic unit hydrograph, discharge through reservoirs.

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai Jragung pada saat debit banjir yang mengalir cukup besar menyebabkan daerah tengah dan hilir dilanda banjir setiap tahun, bahkan banjir besar di beberapa daerah salah satunya di Bendung Guntur dapat terjadi dua kali dalam setahun, kondisi Daerah Aliran Sungai Jragung sudah sebagian besar terbuka karena hampir 70% berupa kebun dan ladang, tetapi dengan kondisi tersebut masih terdapat oknum yang melakukan kegiatan pembukaan lahan dan *illegal logging*. Menurut Kementerian PUPR Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia (2017), sebagai upaya pengendalian permasalahan banjir pada Sungai Jragung pemerintah merencanakan sebuah bendungan pada aliran Sungai Jragung, pembangunan Bendungan Jragung ini termasuk dalam 65 prioritas bendungan di Indonesia dan menurut Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2020 menerangkan bahwa Bendungan Jragung ini merupakan Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM), menyangkut pelaksanaan pembangunan ini pemerintahan pusat Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat melalui Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Balai Besar Wilayah Sungai Pemali – Juana diharapkan mampu untuk merencanakan serta mewujudkan tujuan. Untuk mengetahui

Bendungan Jragung berfungsi secara efektif dalam mereduksi banjir pada aliran Sungai Jragung dilakukan penelitian melalui beberapa metode analisis menggunakan data curah hujan salah satu contohnya menggunakan metode hidrograf banjir dengan model Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) dan debit melalui waduk menggunakan metode *level pool routing* untuk mengetahui debit aliran sebelum adanya Bendungan Jragung dan setelah adanya Bendungan Jragung sehingga dapat diketahui berapa nilai yang dapat tereduksi dengan adanya Bendungan Jragung

TINJAUAN PUSTAKA

Berdasar dari pendahuluan di atas dan judul yang diangkat maka ada beberapa teori yang menjadi landasan dalam penelitian ini berupa teori hidrologi dan teori hidrograf aliran air.

Uji Konsistensi Data

Untuk mengetahui data layak digunakan maka perlu dilakukan uji konsistensi data, uji konsistensi data bermaksud untuk mengetahui data yang di lapangan apakah terpengaruh dengan beberapa faktor seperti tempat alat pindah, spesifikasi alat dan perubahan lingkungan sekitar. Uji konsistensi digunakan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS) (Yasa, dkk., 2015).

Polygon Thiessen

Metode *polygon thiessen* merupakan perhitungan berdasarkan rata – rata timbang, dengan metode ini dapat memberikan proporsi luasan daerah yang terpengaruh oleh stasiun hujan untuk membantu ketidak seragaman jarak. Untuk mengetahui daerah pengaruh yang dibentuk digunakan gambar garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua stasiun hujan terdekat, asumsi dari metode *polygon thiessen* bahwa variasi hujan antara stasiun hujan satu dengan lainnya adalah linier dan stasiun hujan dianggap dapat mewakili kawasan terdekat (Ajr dan Dwirani, 2019). Metode ini sering digunakan jika stasiun hujan tidak tersebar merata dan jumlahnya terbatas dibanding luasnya, untuk menggunakan metode ini digunakan cara memasukkan faktor pengaruh daerah yang mewakili oleh stasiun hujan yang disebut faktor pembobot atau koefisien *thiessen*, untuk menggunakan metode ini dipilih daerah aliran sungai yang akan dibangun. Besarnya koefisien dapat dihitung menggunakan rumus (Ajr dan Dwirani, 2019).

$$P = \frac{A_1P_1+A_2P_2+\dots+A_nP_n}{A_1+A_2+\dots+A_n} \dots\dots\dots (2.1)$$

(Pangaribuan dan Amarrohman, 2019)

Dengan,

P : Rata – rata curah hujan wilayah (mm),

P_{1,2,3,...,n} : Curah hujan stasiun (mm),

A_{1,2,3,...,n} : Luas wilayah antara stasiun (km²).

Analisis frekuensi

Analisis frekuensi terdiri dari Perhitungan distribusi probabilitas digunakan untuk memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, distribusi probabilitas yang digunakan dalam perhitungan meliputi gumbel, Normal, Log normal dan Log *pearson type III*. Dalam setiap distribusi probabilitas terdapat syarat yang berfungsi untuk menentukan distribusi mana yang digunakan dengan cara membandingkan hasil parameter dengan syarat tersebut. (Limantara, 2010). Setelah menemukan distribusi probabilitas maka dilakukan uji distribusi probabilitas

untuk mengetahui distribusi sudah sesuai (Kamiana, 2011).

Pola Distribusi Curah Hujan Jam – Jaman

Dalam perancangan, curah hujan rancangan yang telah ditetapkan berdasar hasil analisis perlu diubah menjadi lengkung intensitas curah hujan, lengkung tersebut didapat dari data hujan yang didapat dari stasiun hujan otomatis dengan rentang waktu yang pendek seperti menit atau jam. Kenyataannya data curah hujan otomatis relatif sulit didapatkan, sehingga untuk lengkung intensitas curah hujan untuk durasi pendek ditentukan berdasarkan data hujan harian. Hasil pengamatan di Indonesia hujan terpusat tidak lebih dari tujuh jam dalam satu hari, maka dalam perhitungan distribusi curah hujan efektif jam – jaman digunakan curah hujan terpusat enam jam sehari. Apabila daerah yang ditinjau tidak memiliki pencatatan hujan jam – jaman dapat diperhitungkan menggunakan persamaan mononobe atau *modified mononobe* di bawah ini.

$$I = \left(\frac{R_{24}}{t_c} \right) \left(\frac{t_c}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.2)$$

(Sumber: Agustin, 2010)

Dengan,

I : Intensitas hujan kala ulang T durasi t (mm/jam),

R₂₄ : Intensitas hujan harian kala ulang T(mm/hari),

t_c : Waktu konsentrasi (jam),

t : Durasi hujan (jam).

Setelah didapatkan sebaran hujan jam – jaman, dapat dihitung rasio sebaran hujan dengan persamaan dibawah ini.

$$R_t = t \cdot R_T(t - 1) \cdot R_{(t-1)} \dots\dots\dots (2.3)$$

(Sumber: Agustin, 2010)

Dengan,

R_t : Curah hujan pada jam ke T,

R_T : Intensitas hujan rerata dalam T jam (mm/jam),

t : Waktu hujan awal sampai jam ke T,

R_(t-1) : Rerata hujan awal sampai jam ke (t – 1),

T : Waktu mulai Hujan.

Hujan Netto

Hujan netto merupakan hujan total yang menghasilkan limpasan langsung yang terdiri dari limpasan permukaan dan air yang masuk kedalam bawa permukaan, dengan menganggap perubahan hujan menjadi limpasan langsung dengan proses linier dan tidak berubah oleh waktu (Sosrodarsono, 1977).

$$R_n = C \times R \dots\dots\dots (2.4)$$

(Sumber: Sosrodarsono, 1977)

Dengan,

- R_n : Hujan netto (mm/jam)
- C : Koefisien pengaliran
- R : Intensitas curah hujan (mm/jam)

Untuk koefisien pengaliran yang berupa variabel berdasarkan karakteristik dan kondisi daerah pengaliran pada daerah tertentu dapat disajikan berupa tabel dengan didasari faktor fisik suatu daerah pengaliran (Sosrodarsono, 1977).

Daerah aliran sungai yang memiliki tata guna lahan yang berbeda – beda, maka perlu ada perhitungan koefisien pengaliran gabungan untuk perhitungan selanjutnya.

$$C_{Gab} = \frac{\sum C \cdot A}{\sum A_{Tot}} \dots\dots\dots$$

... (2.5)

Dengan,

- C_{Gab} : Nilai koefisien pengaliran rata – rata,
- C : Nilai koefisien pengaliran tata guna lahan,
- A : Luas masing – masing masing tata guna lahan,
- A_{tot} : Luas total tata guna lahan pada DAS.

Hidrograf Satuan Sintetik Snyder

Pada tahun 1938 F.F. Snyder dari Amerika Serikat, telah mengembangkan rumus dengan koefisien serta karakteristik dari suatu daerah aliran sungai yang dihubungkan dengan satuan hidrograf, hidrograf satuan tersebut ditentukan berdasarkan unsur – unsur seperti luas daerah pengaliran, panjang aliran utama, dan jarak antar titik berat daerah pengaliran, dengan unsur tersebut F.F. Snyder menemukan rumus (Kamiana, 2011).

$$t_p = 0,75 C_t (L \times L_c)^{0,3} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$t_r = \frac{t_p}{5,5} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$T_p = 0,5 t_r + t_p \dots\dots\dots (2.8)$$

$$qp = 2,75 \frac{C_p A}{t_p} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$T_b = \frac{72+3T_p}{24} \dots\dots\dots (2.10)$$

(Sumber: Kamiana, 2011)

Dengan,

- t_p : Durasi puncak (jam),
- L : Panjang aliran utama (km²),
- L_c : Titik berat DAS (km),
- T_b : Waktu dasar (jam),
- t_r : Durasi hujan (jam),
- A : Luas DAS (km²),
- C_t : Koefisien dipengaruhi kemiringan *slope*,

C_p : Koefisien dipengaruhi waktu kelambatan,

qp : Debit maksimum hidrograf satuan (m³/det).

Untuk mendapatkan lengkung hidrograf memerlukan waktu kalibrasi parameternya karena didalam hidrograf satuan sintetik Snyder hanya terdapat persamaan empiris sehingga perlu adanya pemercepat proses tersebut dengan menggunakan rumus Alexejev (Limantara, 2010).

$$qt = f(t) \dots\dots\dots (2.11)$$

$$Y = \frac{Q}{Q_p} \text{ dan } X = \frac{t}{T_p} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\gamma = 10^{-a \frac{(1-x)^2}{x}} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\lambda = \frac{Q_p \cdot T_p}{hA} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$a = 1,32\lambda^2 + 0.15\lambda + 0.045 \dots\dots\dots (2.15)$$

$$Q = \sum R_n \cdot qt \dots\dots\dots (2.16)$$

(Sumber: Limantara, 2010)

Dengan,

- A : Luas daerah pengaliran (km²),
- λ : Bilangan Alexejev,
- h : Tinggi satuan hujan (mm).

Debit Melalui Waduk

Menurut Sosrodarsono (1997), untuk mengetahui debit yang melewati bangunan pelimpah dapat menggunakan persamaan.

$$Q = C.L.H^{3/2} \dots\dots\dots (2.17)$$

(Sumber: Sosrodarsono, 1997)

Dengan,

- Q : Debit (m³/det),
- C : Koefisien Limpahan,
- L : Lebar Efektif Mercu Bendungan (m),
- H : Total tinggi air di atas mercu Bendungan (m).

Menurut Soemarto (1997), untuk koefisien pelimpah (C) pada umumnya berkisar antara 2,0 s/d 2,1 karena angka tersebut sudah memadai. Setelah mengetahui kapasitas debit yang keluar dari waduk melewati bangunan pelimpah, dapat dihitung pula banjir yang melewati bangunan pelimpah, dapat dihitung menggunakan metode *level pool routing*, metode ini perhitungan yang berasal dari waduk dan melewati *outflow* atau pelimpah yang didapat dari *inflow* serta karakteristik dari tampungan pelimpah. Untuk mengetahui digunakan persamaan.

$$\frac{ds}{dt} = I(t) - Q(t) \dots\dots\dots (2.18)$$

Bila,

$$t = 0, \Delta t, 2\Delta t, \dots, i\Delta t, (j + 1)\Delta t \dots\dots\dots (2.19)$$

$$\int_{s_1}^{s_{i+1}} ds = \int_{j\Delta t}^{(j+1)\Delta t} I(t)dt - \int_{jt}^{(j-t)Q} Q(t)dt \dots\dots\dots (2.20)$$

(Sumber: Purbawijaya, 2017)

Persamaan menjadi:

$$S_{j+1} - S_j = \frac{I_j + I_{j+1}}{2} \Delta t - \frac{Q_j + Q_{j-1}}{2} \Delta t \dots\dots (2.21)$$

$$\left[\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} + Q_{j+1} \right] = (I_j + I_{j+1}) + \left[\frac{2S_j}{\Delta t} - Q_j \right] \dots\dots\dots (2.22)$$

(Sumber: Purbawijaya, 2017)

$$\left[\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} - Q_{j+1} \right] = \left[\frac{2S_j}{\Delta t} + Q_j \right] - 2Q_{j+1} \dots\dots\dots (2.23)$$

(Sumber: Soemarto, 1997)

Dengan,

- S : Tampungan (m),
- I : Debit masuk (m³/det),
- Q : Debit keluar (m³/det),
- j : Indeks ke 1,2,3,...n,
- Δt : Lamanya periode (det)

METODE PENELITIAN

Berdasarkan data yang digunakan serta kajian pustaka sebagai dasar penelitian, langkah pertama dalam penelitian ini mencari rerata curah hujan wilayah menggunakan Metode *Polygon Thiessen* selanjutnya menguji

konsistensi data menggunakan metode RAPS. Berdasarkan data yang telah konsisten dan didapat rerata curah hujan wilayah dapat dicari distribusi probabilitas yang sesuai dengan data yang digunakan, untuk mengetahui distribusi dapat digunakan perlu dilakukan uji distribusi terlebih dahulu menggunakan metode smirnov – kolmogorov dan metode chi – kuadrat. Setelah data teruji selanjutnya mencari pola distribusi hujan jam – jaman menggunakan metode mononobe modifikasi untuk mencari intensitas serta mencari sebaran hujan jam – jaman. Berdasarkan hasil tersebut dapat digunakan untuk mencari hujan netto. Setelah didapatkan hujan netto perlu dilakukan kalibrasi terlebih dahulu untuk mendapatkan parameter yang sesuai dengan kondisi Daerah Aliran Sungai dengan cara membandingkan hasil perhitungan debit puncak pada hidrograf satuan sintetis dengan debit terukur pada lapangan dengan hari dan tahun yang sama dengan data curah hujan yang digunakan pada hidrograf satuan sintetis untuk kalibrasi, jika hasil hidrograf terlampaui jauh maka perlu dilakukan pengaturan pada parameter bebas seperti koefisien C_i dan C_p pada hidrograf satuan sintetis Snyder hingga hasil terlampaui dekat, dengan parameter yang sudah ditemukan maka dapat digunakan pada perhitungan hidrograf satuan sintetis yang digunakan sebagai *inflow* ke bendungan, berdasarkan *inflow* yang masuk dapat digunakan untuk mencari *outflow* yang keluar melalui bendungan menggunakan metode *level pool routing*, Sehingga *inflow* sebagai debit sebelum ada bendungan dan *outflow* sebagai debit sebelum ada bendungan dapat diketahui potensi penurunannya, hal tersebut sebagai hasil dari penelitian ini

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan pada penelitian ini.

Polygon Thiessen

Dari hasil pembagian wilayah cakupan stasiun Bendung Jragung dan Bawen didapatkan luasan.

Tabel 1 Luas Cakupan

Stasiun Hujan	Luas Cakupan (Km ²)
Bawen	70,75
Bendung Jragung	21,09
Total	91,84

Penelitian ini digunakan curah hujan harian dari stasiun Bendung Jragung dan Stasiun Bawen.

Tabel 2 Distribusi Curah Hujan DAS

No.	Tahun	Date	Bawen (mm)	Jragung (mm)
1.	2005	16 Mar	104	0
		03 Ags	68	65
2.	2006	28 Jan	80	76
		20 Apr	13	94
3.	2007	04 Mar	74	0
		04 Des	0	69
4.	2008	01 Mar	75	6
		31 Jan	35	68
5.	2009	25 Mei	108	4
		14 Nov	5	35
6.	2010	06 Feb	144	4
		16 Nov	0	102
7.	2011	04 Mei	99	17
		07 Feb	0	63
8.	2012	16 Jan	40	3
		31 Jan	20	96
9.	2013	18 Nov	50	0
		15 Nov	0	73
10.	2014	04 Feb	105	105
		23 Jan	9	25

Rerata curah hujan Kawasan (mm)	CH Maksimum (mm)
80,12	
67,31	80,12
79,08	
31,60	79,08
57,01	
15,85	57,01
59,15	
42,58	59,15
84,12	
11,89	84,12
111,85	
23,42	111,85
80,17	
14,47	80,17
37,45	
31,50	37,45
38,52	
16,76	38,52
105,00	
12,67	105

(Sumber: PUSDATARU Prov. Jawa Tengah)

Melakukan Uji Konsistensi Data

Perhitungan uji konsistensi menggunakan metode RAPS didapatkan hasil.

Tabel 3 Hasil Uji Konsistensi Data

No.	Nama Stasiun	Q $/\sqrt{n}$	R $/\sqrt{n}$	Keterangan
1.	B. Jragung	0,84	0,95	Pangah
2.	Bawen	0,80	0,99	Pangah

Analisis Frekuensi

Pada analisis frekuensi dilakukan perhitungan distribusi probabilitas dalam penelitian ini distribusi yang digunakan log *pearson type III* dan pada Uji distribusi sudah memenuhi.

Tabel 4 Pemilihan Distribusi

No	Tipe Distribusi	Syarat Distribusi	Parameter Distribusi	Ket
1	Normal	Cs = 0 Ck ≈ 3	Cs = -0,03 Ck = -0,82	Tidak Mendekati
2	Gumbel	Cs ≈ 1,1396 Ck ≈ 5,4002	Cs ≈ -0,03 Ck ≈ -0,82	Tidak Mendekati
3	Log Normal	Cs/Cv ≈ 3	Cs/Cv ≈ -6,69	Tidak Mendekati
4	Log Pearson Type III	Selain nilai syarat distribusi yang lain		

Maka dari hasil distribusi dipilih metode log *pearson type III* kemudian mencari curah hujan rencana dengan periode ulang R_2 , R_5 , R_{10} , R_{20} , R_{50} , R_{100} , R_{200} , R_{500} dan R_{1000} didapat nilai 68.99 mm, 94.76 mm, 111.91 mm, 128.22 mm, 149.71 mm, 166.42 mm, 182.92 mm, 204.88 mm dan 221.80 mm.

Kalibrasi Parameter Model

Pada tahap kalibrasi ini ditemukan parameter C_t dan C_p yang sesuai yaitu C_t 0,01 sedangkan C_p 0,6.

Distribusi Curah Hujan Jam – jaman

Pada perhitungan intensitas digunakan hasil dari analisis distribusi probabilitas yang dikalikan dengan koefisien kala ulang.

Tabel 5 Distribusi Curah Hujan

Jam ke -	I/Rt	Kala Ulang			
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun
1	I	40,34	55,42	65,44	74,98
	Rt	40,34	55,42	65,44	74,98
2	I	25,41	34,91	41,23	47,24
	Rt	10,49	14,40	17,01	19,49
3	I	19,39	26,64	31,46	36,05
	Rt	7,36	10,10	11,93	13,67
4	I	16,01	21,99	25,97	29,76
	Rt	5,86	8,04	9,50	10,88
5	I	13,80	18,95	22,38	25,64
	Rt	4,95	6,79	8,02	9,19

Jam ke -	I/Rt	Kala Ulang			
		50 Tahun	100 Tahun	200 Tahun	500 Tahun
1	I	87,55	97,33	106,97	119,81

Jam ke -	I/Rt	Kala Ulang			
		50 Tahun	100 Tahun	200 Tahun	500 Tahun
1	Rt	87,55	97,33	106,97	119,81
	I	55,15	61,31	67,39	75,48
2	Rt	22,76	25,30	27,80	31,14
	I	42,09	46,79	51,43	57,60
3	Rt	15,96	17,75	19,50	21,85
	I	34,75	38,62	42,45	47,55
4	Rt	12,71	14,13	15,53	17,39
	I	29,94	33,28	36,58	40,98
5	Rt	10,73	11,93	13,11	14,69

Jam Ke -	I/Rt	Kala Ulang
		1000 Tahun
1.	I	129,71
	Rt	129,71
2.	I	81,71
	Rt	33,71
3.	I	62,36
	Rt	23,65
4.	I	51,48
	Rt	18,83
5.	I	44,36
	Rt	15,90

Hujan Netto

Selanjutnya mencari distribusi curah hujan. Berdasarkan hasil tersebut dapat digunakan untuk mencari hujan netto sesuai pembagian wilayah.

Tabel 6 Hujan Netto

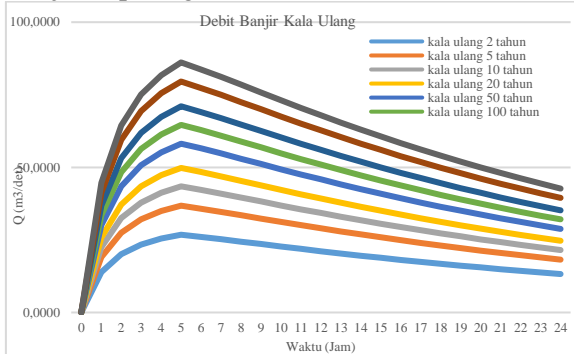
Tahun kala ulang	Jam ke-				
	1	2	3	4	5
2	16,11	4,19	2,94	2,34	1,98
5	22,14	5,75	4,04	3,21	2,71
10	26,14	6,79	4,77	3,79	3,20
20	29,95	7,78	5,46	4,35	3,67
50	34,97	9,09	6,38	5,08	4,29
100	38,87	10,10	7,09	5,64	4,77
200	42,73	11,11	7,79	6,20	5,24
500	47,86	12,44	8,73	6,95	5,87
1000	51,81	13,47	9,45	7,52	6,35

Hidrograf Satuan Sintetik Snyder

Untuk analisis hidrograf satuan sintetik menggunakan metode Snyder dibutuhkan hasil perhitungan dari hujan netto setiap kala ulang, sehingga hasil dari hidrograf satuan sintetik akan berupa debit banjir setiap kala ulang mulai dari 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun, 100 tahun, 200 tahun, 500 tahun, hingga 1000 tahun.

Selanjutnya dari hasil tersebut dapat digunakan untuk analisis hidrograf satuan sintetik Snyder.

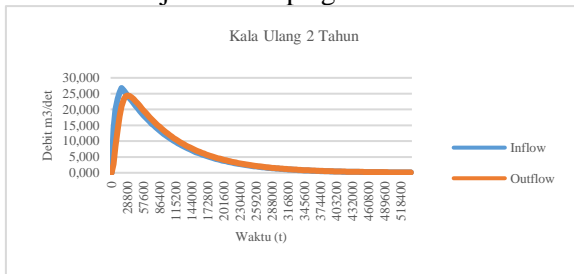
Hasil analisis hidrograf satuan sintetik disajikan pada grafik.



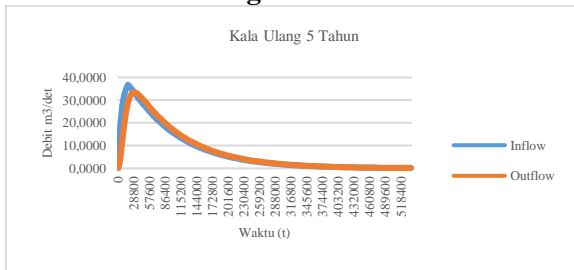
Gambar 1 Debit banjir kala ulang HSS Snyder

Debit Melalui Waduk

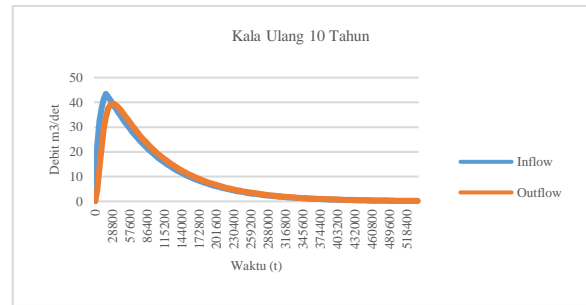
Perhitungan debit waduk pada intinya hasil dari hidrograf satuan sintetik digunakan sebagai *inflow* untuk mencari *outflow* dari bendungan dengan cara menggunakan persamaan metode *level pool routing*. Hasil analisis ditunjukkan berupa grafik.



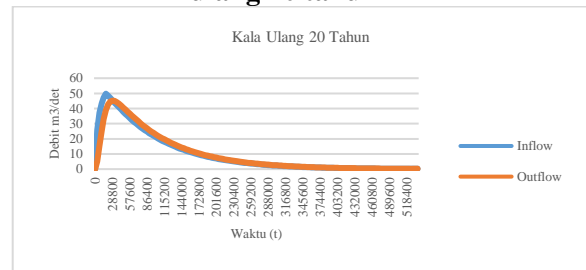
Gambar 2 Grafik *inflow* dan *outflow* kala ulang 2 tahun



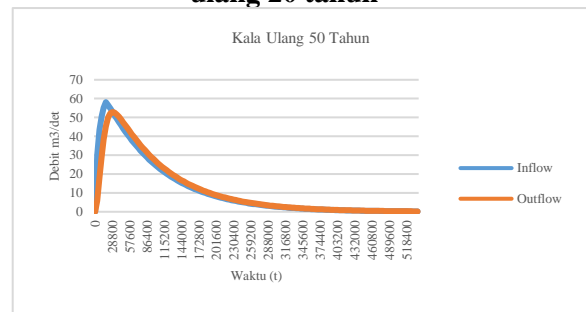
Gambar 3 Grafik *inflow* dan *outflow* kala ulang 5 tahun



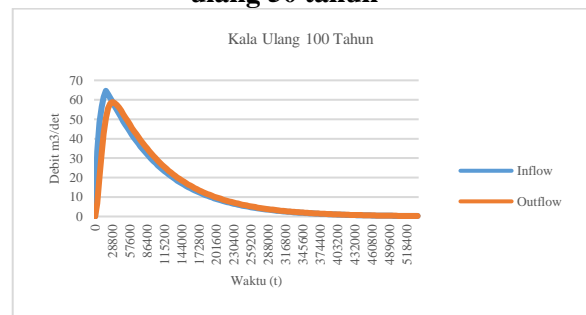
Gambar 4 Grafik *inflow* dan *outflow* kala ulang 10 tahun



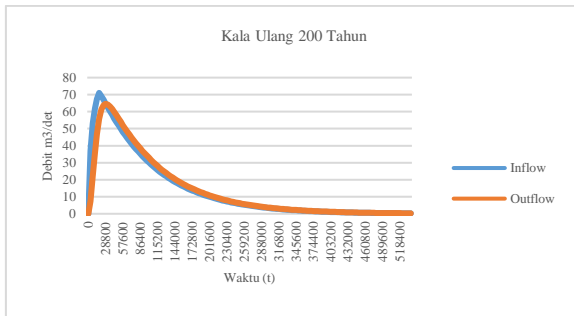
Gambar 5 Grafik *inflow* dan *outflow* kala ulang 20 tahun



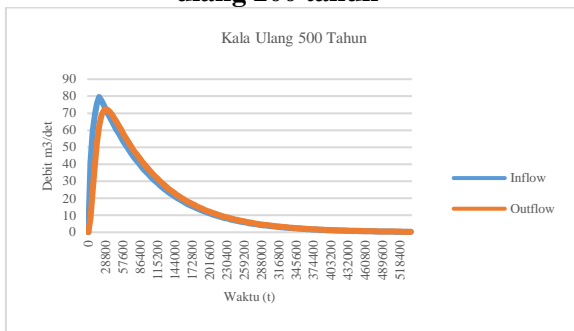
Gambar 6 Grafik *inflow* dan *outflow* kala ulang 50 tahun



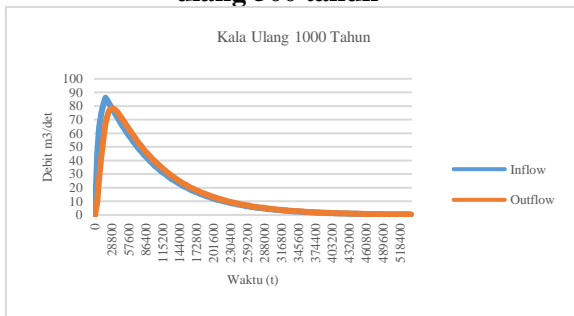
Gambar 7 Grafik *inflow* dan *outflow* kala ulang 100 tahun



Gambar 8 Grafik inflow dan outflow kala ulang 200 tahun



Gambar 9 Grafik inflow dan outflow kala ulang 500 tahun



Gambar 10 Grafik inflow dan outflow kala ulang 1000 tahun

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diketahui debit sebelum ada bendungan yaitu sebagai aliran *inflow* untuk kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, dan 1000 Tahun sebesar 26,79 m³/det, 36,80 m³/det, 43,46 m³/det, 49,79 m³/det, 58,14 m³/det, 64,53 m³/det, 71,03 m³/det, 79,56 m³/det dan 86,13 m³/det. Untuk hasil penelitian debit setelah ada bendungan sebagai *outflow* untuk kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, dan 1000 Tahun sebesar 24,41 m³/det, 33,46 m³/det, 39,46 m³/det, 45,19 m³/det, 52,90 m³/det, 58,84 m³/det,

64,61 m³/det, 72,30 m³/det, dan 78,22 m³/det. Berdasarkan hasil debit banjir sebelum ada bendungan dan setelah ada bendungan dapat diketahui potensi penurunan debit banjir pada Sungai Jragung untuk kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, dan 1000 Tahun sebesar 8,88%, 9,06%, 9,18%, 9,25%, 9,01%, 8,95%, 9,04%, 9,12% dan 9,18%.

SARAN

Saran – saran ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam studi selanjutnya, Studi selanjutnya penggunaan data stasiun hujan otomatis perlu diperbanyak, penggunaan data debit aliran sebagai kalibrasi lebih diperbanyak, penggunaan metode perhitungan sebagai perhitungan hidrograf banjir dapat menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik yang lain seperti (Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, Hidrograf Satuan Sintetik Gama I, Hidrograf Satuan Sintetik SCS, Hidrograf Satuan Sintetik ITB) agar dapat digunakan sebagai pembandingan antar metode.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, W., (2010): *Pola Distribusi Hujan Jam – jaman di Sub DAS Keduang*, Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret Surakarta, 20 – 23.
- Ajr, Q, E. dan Dwirani, F. (2019): Menentukan stasiun hujan dan curah hujan dengan Metode *Polygon Thiessen* daerah Kabupaten Lebak, *Jurnal*, e – ISSN: 2622 – 785, P – ISSN: 2622 – 4984, (2), 140 – 143.
- Kamiana, I.M. (2011): *Teknik perhitungan debit rencana bangunan air*, Graha Ilmu, 14 – 51, 105 – 124.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia. (2017): *Modul Metode Pengendalian Banjir*, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 4 – 6.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia.

- (2017): *Modul Metode Pengendalian Banjir*, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 4 – 6.
- Limantara, L.M. (2010): *Hidrologi praktis*, Lubuk Agung, 53 – 70, 147- 161.
- Pangaribuan, J., Sabri, M, L., Amarrohman, J, F. (2019): Analisis daerah rawan bencana tanah longsor di Kabupaten Magelang sistem informasi geografis dengan Metode Standar Nasional Indonesia dan Analytical Hierarchy Process, *Jurnal Geodesi Undip*, ISSN: 2337 – 845X, (8), 288 – 291.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020 – 2024, Lampiran III nomor A.5 dan 39, Jakarta.
- Purbawijaya, N.B.I. (2017): *Analisis debit banjir rencana dan penelusuran banjir pada perencanaan bangunan pelimpah Waduk Jehem di Kabupaten Bangle*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Universitas Udayana, 3 – 19.
- Soemarto, C.D. (1997): *Hidrologi teknik edisi I*, Usaha Negara, 188 - 189.
- Soemarto, C.D. (1999): *Hidrologi teknik edisi II*, Erlangga, 80 – 106.
- Sosrodarsono, S. (1977): *Bendungan tipe urugan*, Balai Pustaka, 181 – 182.
- Yasa, W.I., Budianto, B.M., dan Santi, K.M.N. (2015): Analisis beberapa metode pengisian data hujan yang hilang di wilayah sungai pulau Lombok, ISSN: 1858-4896, 1(2), 49.