



## Analisis Debit Banjir dan Penelusuran Banjir di Bendungan Cipanas Kabupaten Sumedang

Amalia Naufal Qais<sup>1</sup>, Sulwan Permana<sup>2</sup>

Jurnal Kontruksi  
Sekolah Tinggi Teknologi Garut  
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia  
Email : [jurnal@itg.ac.id](mailto:jurnal@itg.ac.id)

<sup>1</sup>1611025@itg.ac.id

<sup>2</sup>sulwanpermana@itg.ac.id

**Abstrak** – Pembangunan Bendungan Cipanas terletak di Desa Cibuluh, Kecamatan Ujungjaya, Kabupaten Sumedang serta Desa Cikawung, Kecamatan Terisi, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. Bendungan Cipanas ialah upaya pengelolaan sumber energi air yang sudah direncanakan oleh BBWS Cimanuk- Cisanggarung dalam rencana pengembangan sumber energi air WS Cimanuk- Cisanggarung buat menanggulangi permasalahan banjir di Daerah Pantura. Dalam mengatasi permasalahan banjir di Wilayah Pantura dibutuhkan besarnya debit *inflow* dan debit *outflow*. Metode yang digunakan untuk mengetahui berapa besar debit *inflow* adalah metode HSS Nakayasu dan HSS Snyder sedangkan metode yang digunakan untuk mengetahui berapa besar debit *outflow* adalah metode *Linear Reservoir* dan *Level Pool Routing*. Data yang dipakai dalam penelitian ini yaitu data sekunder yang didapat BBWS Cimanuk-Cisanggarung, PT. WIKAJAKON, KSO dan PT. Raya Konsult. Penelitian ini berfokus pada debit banjir rencana untuk menghitung perencanaan dimensi pelimpah pada penelitian selanjutnya supaya debit banjir puncak tidak melimpas ke puncak Bendungan Cipanas dan penelusuran banjir rencana untuk mengetahui hubungan atas perubahan-perubahan yang terjadi baik pada debit *inflow* ( $m^3/dt$ ), volume genangan ( $m^3/dt$ ), dan debit *outflow* ( $m^3/dt$ ) dengan perubahan terhadap waktu. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan pada debit *inflow* menggunakan metode HSS Nakayasu pada  $Q_{1000}$  adalah  $653.035 m^3/dt$  dan metode HSS Snyder pada  $Q_{1000}$  adalah  $583.106 m^3/dt$ . Selain itu hasil dari perhitungan debit *outflow* dengan penelusuran banjir  $Q_{1000}$  metode *Linear Reservoir* pada HSS Nakayasu  $287.99 m^3/dt$  dan pada HSS Snyder  $529.61 m^3/dt$ . Sedangkan dengan metode *Level Pool Routing* pada HSS Nakayasu  $38.47 m^3/dt$  dan pada HSS Snyder mencapai  $231.11 m^3/dt$ . Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa untuk perencanaan dimensi pelimpah dari debit puncak rencana maka digunakan kala ulang  $Q_{1000}$  tahun dengan metode dapat digunakan untuk perhitungan debit banjir di bendungan adalah HSS Snyder. Hasil tersebut menunjukkan *inflow* lebih besar dari *outflow* maka pada bendungan tersebut terjadi genangan, besarnya tergantung durasi waktu yang diperhitungkan.

**Kata Kunci** – Bendungan Cipanas; *Inflow*; Nakayasu; *Outflow*; Snyder.

### I. PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Pemerintah melalui BBWS Cimanuk-Cisanggarung sedang melaksanakan Pembangunan Bendungan Cipanas. Wilayah Sungai Cimanuk-Cisanggarung terletak di Provinsi Jawa Barat dan sebagian di Jawa Tengah. Salah satu sub dari Wilayah Sungai Cimanuk-Cisanggarung adalah Sungai Cipanas. Sungai Cipanas merupakan

sungai utama di bagian hulunya mempunyai 4 anak sungai yaitu Sungai Citalok, Sungai Ciporang, Sungai Ciuyah, dan Sungai Cigarukgak. Panjang Sungai Cipanas 90 km dan bermata air di Gunung Tampomas Kabupaten Sumendang dan bermuara di Laut Jawa Kabupaten Indramayu. Sungai Cipanas memiliki Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan luas 65,70 km<sup>2</sup> [1]. Bendungan Cipanas ialah bendungan jenis urugan batuan dengan lewat proses penumpukan beberapa material batuan, kerikil, pasir serta tanah yang dibangun dengan kemiringan serta ketinggian tertentu sehingga dapat menghambat ataupun menaikan muka air pada bagian hulu( upstream). Terdapat beberapa bagian pada bendungan dengan tipe urugan salah satunya yaitu bangunan pelimpah. Bangunan pelimpah dibuat untuk menghindari ketinggian air yang melampaui tinggi maksimum yang direncanakan. Bangunan pelimpah merupakan salah satu bangunan penting untuk keamanan bendungan. Bangunan ini berfungsi untuk melepas air banjir, atau mencegah limpasan air banjir melalui puncak bendungan. Bangunan pelimpah ini memiliki beberapa tipe dan komponen, antara lain sebagai bangunan pengontrol, saluran pembawa, dan peredam energi [2]. Pembangunan Bendungan Cipanas terletak di Hulu Sungai Cipanas. Panjang Sungai Cipanas dan sampai lokasi rencana Bendungan Cipanas adalah 11,98 km. Bendungan Cipanas ialah upaya penanganan sumber energi air yang sudah direncanakan oleh BBWS Cimanuk- Cisanggarung dalam rencana mengembangkan sumber energi air Daerah Sungai Cimanuk- Cisanggarung untuk menanggulangi permasalahan kebutuhan air yang terus menjadi bertambah serta permasalahan banjir di Daerah [1]. Untuk mengecilkan permasalahan terjadinya kerusakan akibat banjir di Wilayah Pantura diperlukan upaya untuk mengendalikan banjir.

## B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka untuk melaksanakan upaya pengendalian banjir dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

- 1) Berapa besar debit aliran yang masuk atau *inflow* di bagian hulu Bendungan Cipanas ?
- 2) Berapa besar debit aliran yang keluar atau *outflow* yang diperkirakan bagian hilir Bendungan Cipanas ?

## C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Menganalisis besarnya debit *inflow* di bagian hulu Bendungan Cipanas untuk menghitung perencanaan dimensi pelimpah pada penelitian selanjutnya supaya debit banjir puncak rencana tidak melimpas ke puncak Bendungan Cipanas;
- 2) Menganalisis besarnya debit *outflow* yang diperkirakan di bagian hilir Bendungan Cipanas dengan penelusuran banjir untuk mengetahui hubungan atas perubahan-perubahan yang terjadi baik pada debit *inflow* (m<sup>3</sup>/dt), volume genangan (m<sup>3</sup>/dt), dan debit *outflow* (m<sup>3</sup>/dt) dengan perubahan terhadap waktu.

## II. URAIAN PENELITIAN

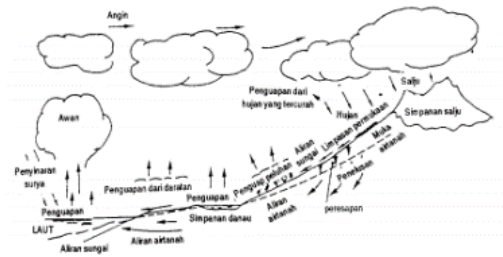
### A. Tinjauan Umum

Secara umum hidrologi merupakan keahlian yang menekuni berkenaan kedatangan serta pergerakan air di alam [3]. Secara khusus hidrologi merupakan ilmu yang menekuni sistem peristiwa air di atas permukaan serta di dalam tanah. Analisis hidrologi dimaksudkan buat memprediksi keberadaan sumber air pada wilayah bendungan dengan memakai persamaan empiris yang memperhitungkan parameter-parameter alam yang pengaruhi. Sebaliknya dari analisis hidrologi diperuntukan buat membagikan ditaksir menimpa ketersediaan air serta kebutuhan air yang mungkin terjadi [3].

### B. Siklus Hidrologi

Siklus Hidrologi merupakan perputaran air dari laut menuju ke dataran tinggi serta kembali lagi ke laut dan eterusnya. Air dari permukaan laut menguap ke awan, serta bergerak naik ke permukaan. Setelah itu

dihadapkan dengan kondensasi yang berganti jadi titik air perupa awan dan jatuh ke bumi dan lautan bagaikan hujan [4].



Gambar 1: Ilustrasi Proses Siklus Hidrologi [5]

### C. Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi bertujuan untuk mendapatkan ikatan antara besarnya suatu peristiwa ekstrim (maksimum maupun minimum) serta frekuensi yang bersumber pada distribusi probabilitas. Informasi Maksimum Tahunan (*annual maximum series*) dengan tata cara yang digunakan apabila informasi yang ada lebih dari 10 tahun dalam runtuh waktu tertentu. Dalam tata cara ini, didapat 1 informasi tiap tahun [6].

### D. Pengujian Seri Data

Uji konsistensi informasi dimaksudkan untuk mengenali kebenaran informasi data lapangan yang dipengaruhi oleh sebagian aspek sebagai berikut [6] :

- 1) Spesifikasi perlengkapan penakar berganti;
- 2) Tempat perlengkapan ukur dipindahkan;
- 3) Pergantian area lingkungan di dekat perlengkapan penakaran.

Ketelitian hasil perhitungan dalam memperkirakan hidrologi sangat dibutuhkan yang mana bergantung dari konsistensi informasi [7]. Bila hasil pengujian nyatanya informasi merupakan tidak berubah-ubah maksudnya tidak terjalin pergantian area lingkungan serta metode penakaran, maka sebaliknya bila nyatanya informasi tidak berubah-ubah maka terjalin pergantian area serta metode penakaran [6].

### E. Metode Kurva Massa Ganda

Dalam tata cara ini nilai kumulatif seri informasi yang diuji misalnya stasiun A, dibanding dengan nilai kumulatif seri informasi dari stasiun rujukan ialah misalnya stasiun B. Bila kurva berupa garis lurus maksudnya informasi A tidak berubah-ubah. Kebalikannya jika terjalin pergantian ataupun patahan kemiringan wujud kurva, maksudnya informasi A tidak tidak berubah-ubah serta butuh dicoba koreksi ialah mengalikan ataupun membagi informasi saat sebelum ataupun setelah (pergantian/ patahan) dengan aspek koreksi [6].

### F. Distribusi Probabilitas

Data curah hujan maksimum dihitung untuk memperkirakan besarnya debit banjir rancangan [7].

- 1) Distribusi Probabilitas Gumbel

Bila informasi hujan yang dipergunakan dalam perhitungan merupakan berbentuk populasi terbatas, hingga perhitungan hujan rencana bersumber pada Distribusi Probabilitas Gumbel dicoba dengan rumus-rumus berikut [6].

$$X_T = \bar{X} + S \times K \quad \dots(1)$$

- 2) Distribusi Probabilitas Normal

Perhitungan hujan rencana yang bersumber pada Distribusi Probabilitas Log Normal Type III, nilai informasi yang dibergunakan merupakan sampel, dapat dicoba dengan rumus-rumus berikut .

$$X_T + S \times K_T \quad \dots(2)$$

### 3) Distribusi Probabilitas Log Normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Log Normal, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus-rumus berikut [4].

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + S \text{Log } X \times K_T \quad \dots(3)$$

### 4) Distribusi Probabilitas *Log Pearson Type III*

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III, jika data yang dipergunakan adalah sampel, dilakukan dengan rumus-rumus berikut [6].

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + S \text{Log } X \times K_T \quad \dots(4)$$

## G. Uji Distribusi Probabilitas

Uji distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengenali apakah persamaan distribusi probabilitas yang diseleksi dapat mewakili distribusi static sampel energi yang dianalisis [6].

## H. Metode Chi-Quadrat ( $X^2$ )

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan Metode Uji Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut [6].

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad \dots(5)$$

## I. Intensitas Hujan Rencana

Intensitas hujan rencana merupakan ketinggian curah hujan yang terjalin pada suatu kurun waktu tertentu dimana air tersebut terkonsentrasi [8] . Rumus Mononobe *Curve* intensitas hujan rencana, bila terdapat merupakan hujan setiap hari, bisa ditetapkan dengan Rumus Mononobe [6]. Bentuk umum dari Rumus Mononobe adalah :

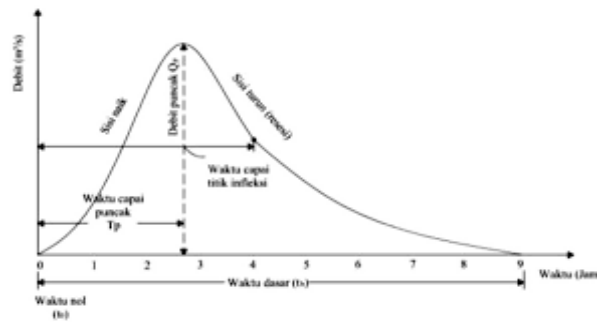
$$I = \frac{X_{24}}{24} \times \frac{24^{\frac{2}{3}}}{t} \quad \dots(6)$$

## J. Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana merupakan debit maksimum pada suatu sungai dengan beriode ulang tertentu [6]. Informasi yang diperlukan untuk memastikan debit banjir rencana antara lain informasi curah hujan, luas *catchment* zona serta informasi penutup lahan.

## K. Hidrograf Satuan Sintetis

Jika tidak cukup tersedia data hujan dan data debit maka penurunan hidrograf suatu DAS dilakukan dengan cara sintetis. Hasilnya disebut dengan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) [6].



Gambar 2: Bagian-bagian Hidrograf [9]

- 1) Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu  
Nakayasu (1950) sudah menyelidiki hidrograf satuan di Jepang serta membagikan persamaan untuk membentuk suatu hidrograf satuan [6].

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \times A \times R_o \times \frac{1}{(0,3 \times t_p \times t_{0,3})} \quad \dots(7)$$

- 2) Hidrograf Satuan Sintetis Snyder  
Snyder (1938) mengembangkan hidrograf satuan DAS di Amerika Serikat yang berukuran 30 sampai 30.000 km<sup>2</sup> dengan menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik DAS akibat hujan 1 cm [5].

$$Q_p = q_p \times \frac{25,4 A}{1000} \quad \dots(8)$$

#### L. Penelusuran Banjir Rencana

Penelusuran aliran adalah cara atau prosedur yang digunakan untuk memperkirakan perubahan unsur-unsur aliran sebagai fungsi waktu di satu atau beberapa titik tinjauan di sepanjang ruas sungai [6].

*Level Pool Routing*, LPR (Penelusuran kolam datar). Dalam penelusuran kolam datar (LPR), persamaan kontinuitas dapat ditulis sebagai berikut.

$$\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} + O_{j+1} = (I_j + I_{j+1}) + 2 \frac{2S_j}{\Delta t} - O_j \quad \dots(9)$$

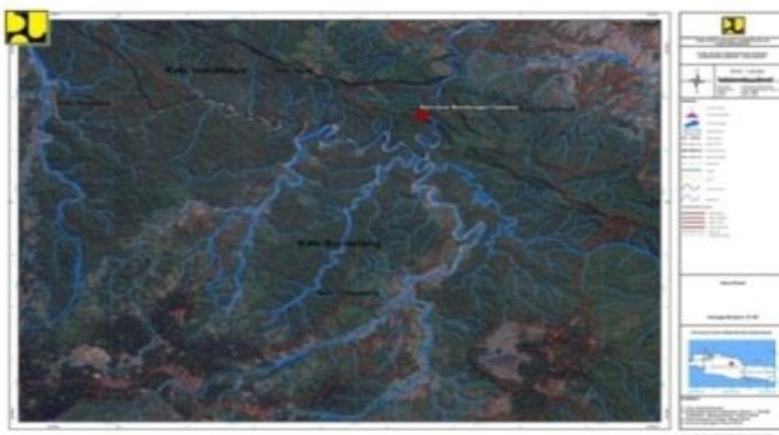
#### M. Model *Linear Reservoir* (Penelusuran Waduk)

Dalam penelusuran Model *Linear Reservoir* (Penelusuran Waduk), persamaan kontinuitas :

$$S_{j+1} - S_j = \frac{I_j + I_{j+1}}{2} \times \Delta t - \frac{O_j + O_{j+1}}{2} \times \Delta t \quad \dots(10)$$

#### N. Metode Penelitian

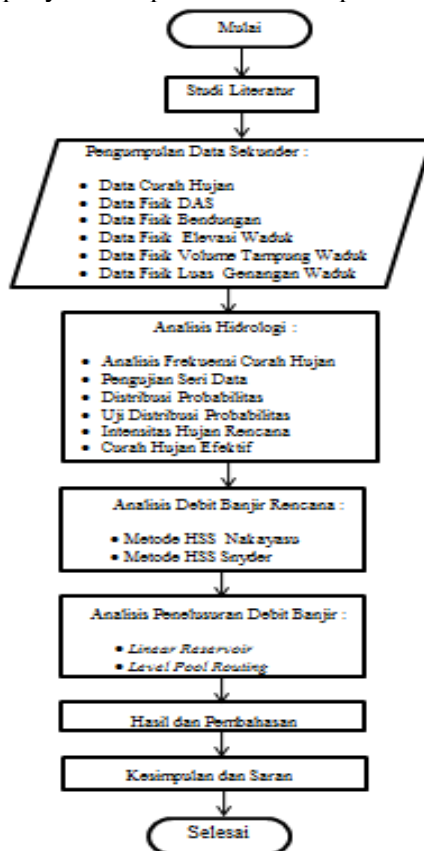
- 1) Lokasi Penelitian  
Lokasi penelitian ini berlokasi di Desa Cibuluh, Kecamatan Ujungjaya, Kabupaten Sumedang dan Desa Cikawung, Kecamatan Terisi, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. Secara Geografis terletak pada 108° 05' 43" BT dan 7° 43' LS.



Gambar 3: Peta Lokasi Kajian Penelitian

2) Tahapan Penelitian

Secara keseluruhan proses kegiatan penyusunan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4: Bagan Alir Penelitian

3) Pengolahan Data Sekunder

Dari data yang terkumpul disajikan dalam bentuk tabel dan gambar untuk mempermudah menganalisis data hidrologi sebagai acuan hitungan awal dalam penelitian ini. Adapun Pengolahan data awal yaitu :

- a. Analisis Frekuensi metode yang digunakan adalah data maksimum tahunan (*annual maximum series*);

- b. Pengujian Seri data Metode yang digunakan yaitu Uji konsistensi Metode *Curve Massa Ganda* ;
- c. Distribusi Probabilitas Metode yang digunakan secara kontinu adalah Distribusi Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Type III;
- d. Uji Distribusi Probabilitas Metode yang digunakan adalah Chi-Kuadrat ( $X^2$ );
- e. Intensitas Hujan Rencana Metode yang digunakan adalah Rumus Mononobe karena data yang tersedia adalah hujan harian;
- f. Debit Banjir Rencana. Metode yang digunakan adalah metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu dan Hidrograf Satuan Sintetis Snyder;
- g. Penelusuran Banjir Rencana Penelusuran Banjir Rencana adalah cara atau prosedur yang adalah *Level Pool Routing*, *LPR* (Penelusuran Kolam Datar) dan Model *Linear Reservoir* (Penelusuran Waduk).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Daerah Aliran Sungai (DAS) Cipanas

Berdasarkan data Teknis Bendungan Cipanas, luas *catchment area* atau DAS Bendungan Cipanas adalah 65,70 km<sup>2</sup>. Panjang sungai Cipanas dari hulu sampai dengan lokasi Bendungan Cipanas 11,98 km sedangkan untuk panjang sungai utamanya 18,00 km.

#### B. Analisis Frekuensi

Metode yang digunakan dalam Analisis Frekuensi adalah *metode annual maximum series*. Berdasarkan data curah hujan harian maximum tahunan Daerah Aliran Sungai (DAS) Cipanas periode 2010-2019 disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1: Data Hujan Harian Maximum [10]

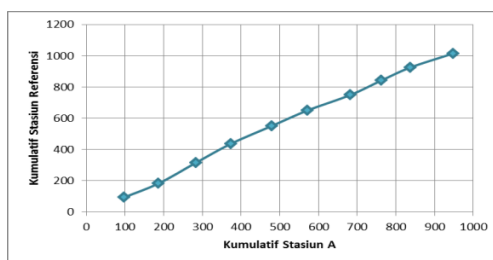
Tahun	Data hujan harian maksimum (mm)		
	Darmaraja	Jatigede	Kamun
1	2	3	4
2010	97	109	77
2011	90	66	114
2012	96	151	113
2013	90	127	115
2014	106	100	129
2015	93	119	81
2016	111	84	114
2017	80	87	99
2018	75	68	98
2019	110	94	84

#### C. Pengujian Seri Data

Dari hasil Tabel 1, adapun cara pengujian data hujan yang diambil adalah Uji Konsistensi metode Kurva Massa Ganda. Berikut hasil perhitungan uji konsistensi kurva massa ganda berdasarkan data curah hujan maksimum dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Tahun	Data hujan harian maksimum			Rerata Stasiun B Dan C	Kumulatif Stasiun	
	A	B	C		A	Referensi
1	2	3	4	5	6	7
2011	97	109	77	93,00	97	93,00
2012	90	66	114	90,00	187	183,00
2013	96	151	113	132,00	283	315,00
2014	90	127	115	121,00	373	436,00
2015	106	100	129	114,50	479	550,50
2016	93	119	81	100,00	572	650,50
2017	111	84	114	99,00	683	749,50
2018	80	87	99	93,00	763	842,50
2019	75	68	98	83,00	838	925,50
2010	110	94	84	89,00	948	1014,50

Gambar 5: Perhitungan Kurva Massa Ganda



Gambar 6: Kurva Massa Ganda Stasiun Darmaraja dan Rerata Stasiun Jatigede dan Kamun

Hasil kurva massa ganda ini menunjukkan bahwa curah hujan di Stasiun Darmaraja, Stasiun Jatigede dan Stasiun Kamun konsisten, sehingga data curah hujan tersebut dapat diaplikasikan untuk mengevaluasi ketersediaan sumber daya air di Sungai Cipanas.

**D. Distribusi Probabilitas**

Dalam analisis frekuensi informasi hujan guna mendapatkan nilai hujan rencana, diketahui sebagian distribusi probabilitas kontinyu yang kerap digunakan, ialah Distribusi Probabilitas Normal, Log Normal, Log Person III, serta E.J.Gumbel.

Tabel 2: Rekapitulasi Distribusi Probabilitas Curah Hujan Rencana

Kala Ulang (Tahun)	Distribusi Probabilitas			
	Normal (mm)	Log Normal (mm)	Gumbel (mm)	Log Pearson III (mm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5	104,84	104,85	107,44	105,66
10	110,10	110,96	116,89	110,93
25	115,24	117,27	128,82	116,51
50	119,30	122,52	137,67	119,86
100	122,65	127,02	146,46	122,77
1000	131,73	140,07	175,64	130,01

**E. Uji Distribusi Probabilitas**

Uji distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengenali apakah persamaan distribusi probabilitas yang diseleksi dapat mewakili distribusi statistic ilustrasi informasi yang dianalisis. Tata cara yang digunakan untuk



uji probabilitas merupakan Metode Chi-Kuadrat ( $X^2$ ).

Tabel 3: Rekapitulasi  $X^2$  dan  $X^2_{Cr}$  Distribusi

Distribusi Probabilitas	$X^2$ Terhitung	$X^2_{Cr}$	Keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)
Gumbel	1	5,991	Diterima
Normal	3	5,991	Diterima
Log Normal	1	5,991	Diterima
Log Pearson Type III	13	5,991	Ditolak

### F. Intensitas Hujan

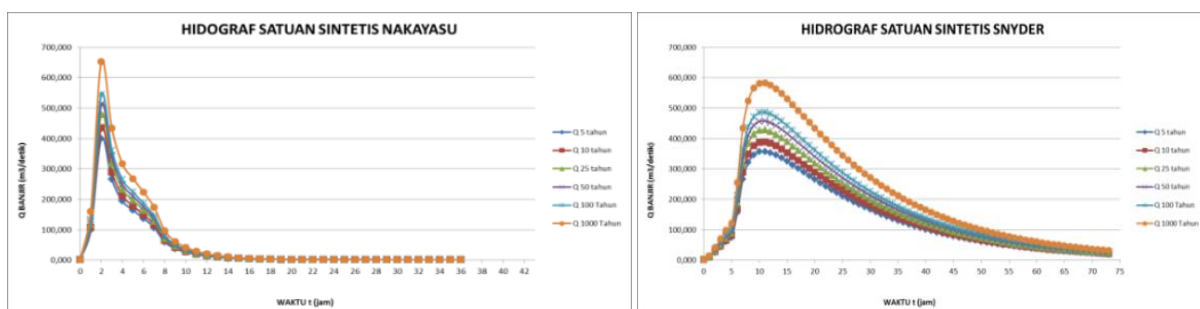
Data Hujan yang tersedia adalah Data hujan harian, maka metode yang ditentukan adalah Rumus Mononobe Untuk mencari Curah Hujan Jam-jaman harus ditentukan terlebih dahulu rata-rata waktu hujan di Indonesia, rata-rata jam hujan tersebut diambil 6 jam.

Tabel 4: Rekapitulasi Hujan Jam-jaman dan Hujan Efektif

No	Jam Ke	Hujan Jam-Jaman (mm/hari)					
		5th	10th	25th	50th	100th	1000th
1	1,00	44,346	48,244	53,169	56,823	60,450	72,495
2	2,00	11,527	12,540	13,820	14,770	15,712	18,843
3	3,00	8,086	8,796	9,694	10,360	11,022	13,218
4	4,00	6,437	7,003	7,718	8,248	8,774	10,523
5	5,00	5,436	5,913	6,517	6,965	7,410	8,886
6	6,00	4,751	5,169	5,697	6,088	6,477	7,767
		107,44	116,89	128,82	137,67	146,46	175,64
		0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
		80,583	87,665	96,615	103,254	109,844	131,732

### G. Debit Banjir Rencana

Berdasarkan hasil analisis debit banjir rencana dengan metode HSS Snyder dan metode HSS Nakayasu menunjukkan bahwa debit aliran yang masuk di bagian Hulu Bendungan Cipanas metode HSS Nakayasu lebih besar dari pada HSS Snyder pada debit Kala Ulang  $Q_T$ . Dapat dilihat perbandingannya pada Gambar (7) dan (8).

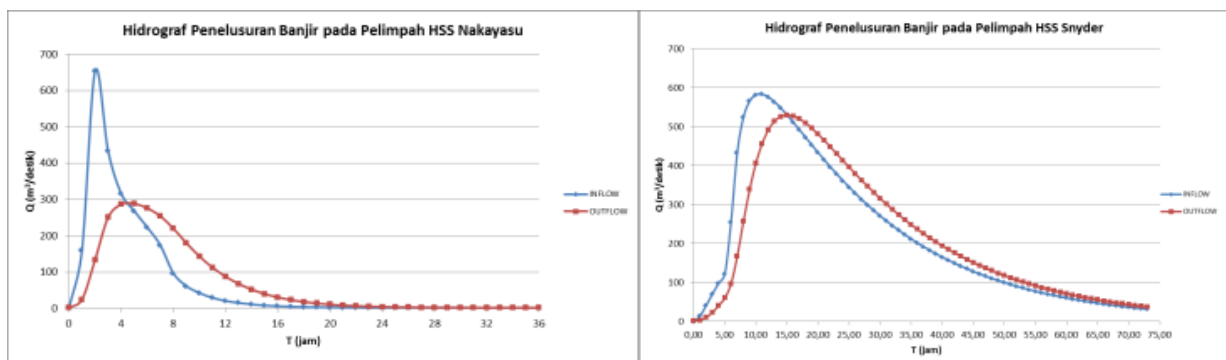


Gambar 7: Kurva Hasil Rekapitulasi Hidrograf Satuan Sintesis

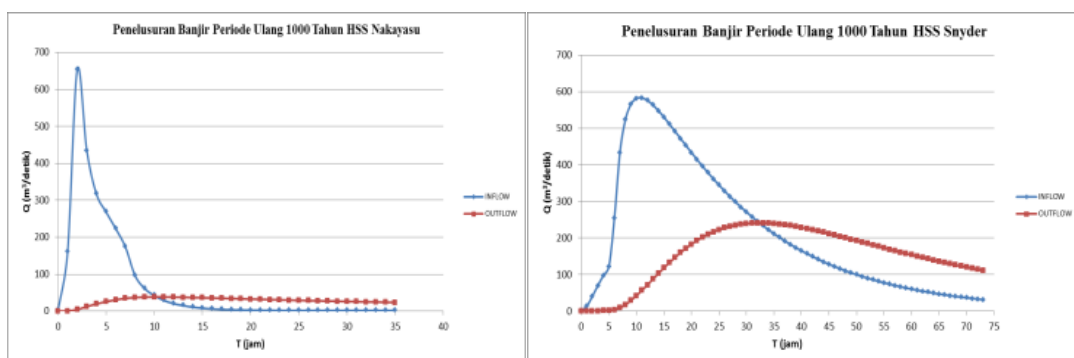
Berdasarkan Gambar 7 dapat diperhitungkan pada pemodelan tes untuk menentukan berapa elevasi muka air waduk dan tinggi jagaan gunan untuk menentukan dimensi pada desain bangunan pelimpah. Bangunan pelimpah merupakan salah satu bangunan penting untuk keamanan bendungan. Bangunan ini berfungsi untuk melepas air banjir, atau mencegah limpasan air banjir melalui puncak bendungan. Bangunan pelimpah ini memiliki beberapa tipe dan komponen, antara lain sebagai bangunan pengontrol, saluran pembawa, dan peredam energi. Bangunan pelimpah samping ini terdiri dari lima bagian, yaitu saluran pengarah, saluran samping, saluran transisi, saluran peluncur, dan peredam energi. Ambang pelimpah direncanakan mampu melewati debit banjir dengan kala ulang 1000 tahun ( $Q_{1000}$ ) yang diregulasi oleh waduk dengan kontrol debit PMF ( $Q_{PMF}$ ), tetapi pada penelitian ini cukup menghitung sampai  $Q_{1000}$ .

**H. Penelusuran Banjir**

Berdasarkan hasil analisis penelusuran banjir antara metode *Level Pool Routing* dan metode *Linear Reservoir* menunjukkan bahwa debit aliran yang keluar di Hilir Bendungan Cipanas dengan debit *inflow* metode HSS Nakayasu sangat jauh perbandingannya, karena perhitungan debit *inflow* di Bendungan kurang cocok menggunakan metode HSS Nakayasu. Sedangkan Penelusuran Banjir antara metode *Level Pool Routing* dan metode *Linear Reservoir* menunjukkan bahwa debit aliran yang keluar di bagian Hilir Bendungan Cipanas dengan debit *inflow* metode HSS Snyder tidak terlalu jauh perbandingannya, karena perhitungan debit *inflow* di suatu Bendungan sering menggunakan metode HSS Snyder, dapat dilihat pada Gambar 9, 10, dan 11.



Gambar 8: Kurva Rekapitulasi Penelusuran Banjir Metode Linear Reservoir



Gambar 9: Kurva Rekapitulasi Penelusuran Banjir Metode *Level Pool Routing*

Pada Gambar 8, 9 menunjukkan hasil sebagai berikut :

- 1) Apabila debit *inflow* > *outflow* artinya terjadi genangan pada Bendungan Cipanas, dan besar debitnya tergantung pada durasi waktu yang diperhitungkan;
- 2) Apabila debit *inflow* = *outflow* artinya tidak ada kenaikan atau penurunan muka air waduk serta volumenya konstan atau tidak ada tambahan volume genangan;
- 3) Apabila *outflow* > *inflow* artinya volume di Bendungan Cipanas mengalami penurunan atau proses surut.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Untuk mengurangi resiko kehancuran akibat meluapnya air sungai diperlukan upaya pengendali banjir. Perencanaan pengendalian banjir DAS dapat dicoba dengan baik apabila debit yang masuk dapat diketahui. Debit rencana tersebut dapat diperoleh dengan melaksanakan analisis hidrologi. Bersumber pada perhitungan dari debit banjir rencana serta penelusuran banjir rencana dapat disimpulkan sebagai berikut.

- 1) Analisis debit banjir rencana dengan menggunakan metode HSS Nakayasu menghasilkan debit banjir rencana berdasarkan debit *inflow* sebesar 8,4187 m<sup>3</sup>/dt dalam waktu puncak 1,752 jam dan untuk periode ulang (T) tahun menghasilkan debit banjir rencana dalam waktu pucak 2 jam berdasarkan debit *inflow*) pada debit banjir puncak rencana kala ulang Q<sub>5</sub>, Q<sub>10</sub>, Q<sub>25</sub>, Q<sub>50</sub>, Q<sub>100</sub>, Q<sub>1000</sub>. metode HSS nakayasu secara berturut-turut mencapai 400.023, 435.054, 479.329, 512.170, 544.768, 653.035 m<sup>3</sup>/dt. Sedangkan Analisis debit banjir rencana dengan menggunakan metode HSS Snyder memperoleh nilai debit banjir rencana berdasarkan debit *Inflow* sebesar 2,52 m<sup>3</sup>/dt dalam waktu puncak 6,06 jam dan untuk periode ulang (T) tahun menghasilkan debit banjir rencana dalam waktu puncak 11 jam pada debit banjir puncak rencana kala ulang Q<sub>5</sub>, Q<sub>10</sub>, Q<sub>25</sub>, Q<sub>50</sub>, Q<sub>100</sub>, Q<sub>1000</sub>, metode HSS Snyder secara berturut-turut mencapai 357.24, 388.52, 428.041, 457.358, 486.458, 583.106 m<sup>3</sup>/dt. Untuk perencanaan bangunan pelimpah biasanya diambil debit puncak banjir rancangan kala ulang Q<sub>1000</sub> tahun;
- 2) Hasil penelusuran banjir rencana dengan menggunakan metode *Linear Reservoir* memperoleh debit *outflow* berdasarkan Periode Ulang (T) tahun Q<sub>1000</sub>, pada metode HSS Nakayasu adalah 287.99 m<sup>3</sup>/dt dan pada metode HSS Snyder adalah 529.61 m<sup>3</sup>/dt. Sedangkan Hasil penelusuran banjir rencana dengan menggunakan metode *Level Pool Routing* memperoleh debit *outflow* berdasarkan Periode Ulang (T) Q<sub>1000</sub> pada metode HSS Nakayasu adalah 38.47 m<sup>3</sup>/dt dan pada HSS Snyder adalah 231.11 m<sup>3</sup>/dt. Perbandingan dari kedua metode itu menunjukkan sedikit keseimbangan pada debit *inflow* HSS Snyder karena metode HSS cocok digunakan untuk menghitung debit *inflow* dalam perhitungan debit *ouflow* pada suatu bendungan.

##### B. Saran

Berdasarkan kesimpulan, berikut saran untuk penelitian selanjutnya berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut.

- 1) Pada analisis debit banjir rencana berdasarkan debit *inflow* dengan metode HSS Nakayasu lebih besar dari pada metode HSS Snyder. Untuk mengetahui pendekatan debit *Inflow* yang lebih akurat dan lebih lengkap bisa digunakan aplikasi HEC-RAS;
- 2) Pada analisis penelusuran debit banjir rencana berdasarkan debit *outflow* dengan metode *Linear Reservoir* dan metode *Level Pool Routing* Perkiraan yang dihasilkan baik itu dari debit *inflow* yang digunakan metode HSS Nakayasu maupun metode HSS Snyder menghasilkan perbandingan yang berbeda sangat jauh, maka dari itu perlu menggunakan metode lain untuk menghasilkan pendekatan hitungan yang lebih akurat.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] PT. Wijaya Karya – PT. Jaya Kontruksi (KSO), “Metode Kerja Bendungan Utama,” Sumedang, 2016.
- [2] PT. Indra Karya (Persero) Wilayah I, “Sertifikasi Desain Bendungan Cipanas (Tahap II),” Sumedang, 2016.
- [3] S. Simanjuntak, “Analisis Hidrologi Kebutuhan Air Pada Daerah Irigasi Pakkat,” Lembaga Penelitian Universitas Hkbp Nommensen Medan, Medan, 2011.
- [4] A. K. Hidayat and Empung, “Analisis Curah Hujan Efektif Dan Curah Hujan Dengan Berbagai Periode Ulang Untuk Wilayah Kota Tasikmalaya Dan Kabupaten Garut,” *J. Siliwangi*, vol. 2, no. 2, pp. 121–126, 2016.
- [5] E. M. Wilson, *Hidrologi Teknik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 1993.
- [6] I. M. Kamiana, *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011.
- [7] Y. Akbar, B. Suprpto, and A. Rachmawati, “STUDI PERENCANAAN BANGUNAN PELIMPAH (SPILLWAY) PADA EMBUNG WELULANG DI KABUPATEN PASURUAN,” *core.ac.uk*. pp. 155–164, [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/287228809.pdf>.
- [8] A. A. Jawil and H. A. Wutun, “Analisis Hidrologi Rencana Bendungan Buttu Batu,” 2017.
- [9] B. Triatmodjo, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset, 2006.
- [10] BBWS Cimanuk – Cisanggarung, “Data Hujan Harian Maximum,” Sumedang, 2020.