



Tersedia Secara Online di
<http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmateks/index>

 <http://dx.doi.org/10.30737/jurmateks>

JURMATEKS

Studi Kolam Retensi Sebagai Upaya Pengendalian Banjir Sungai Bruno Desa Sidomulyo Kecamatan Semen Kabupaten Kediri

Ardinata^{1*}, Y. C. S. Poernomo², A. I. Candra³.

^{1*,2,3}Fakultas Teknik Sipil, Universitas Kediri.

Email : ^{1*} akukarya12@gmail.com.

ARTICLE INFO

Article history:

Artikel masuk : 19-09-2020

Artikel revisi : 25-09-2020

Artikel diterima : 29-09-2020

Keywords :

Rainfall, Flood Discharge,
Retention Ponds, Rational
Method

Style IEEE dalam mensitasi artikel ini: [6] Muhammad Fadhil Imansyah, "Studi Umum Permasalahan Dan Solusi Das Citarum Serta Analisis Kebijakan Pemerintah," J. Sositoteknologi, vol. 11, no. 25, pp. 18-33, 2012.

ABSTRACT

Retention ponds function to fill time and can be combined with a pump or floodgates to cope with flooding. This study aims to determine the flood discharge that the Bruno River cannot accommodate. The method used is data from the research location and literature review of previous studies. Namely Hydrological Analysis of rainfall data for 10 years taken from the Kanyoran station. Until calculating the flood discharge plan with the Rational method. The Rational Method is one of the common methods used to estimate the peak flow rate. Results for a 50 year return period, get an excess of flood discharge of 64,363 m³ / s, duration of rain (t) 3.2 hours and a minimum storage volume of 378 580.32 m³ . Retention pond with dimensions plan K1 p = 300m, l = 130m, t = 2m, and K2 p = 300m, l = 125m, t = 2m.

ABSTRAK

Kolam Retensi berfungsi untuk menampung air sementara waktu dan dapat dikombinasikan dengan pompa atau pintu air untuk menanggulangi banjir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit banjir yang tidak dapat ditampung oleh sungai Bruno. Penelitian ini menggunakan Analisis Hidrologi terhadap data curah hujan selama 10 tahun yang diambil dari stasiun Kanyoran. Hingga menghitung debit banjir rencana dengan metode Rasional. Metode Rasional adalah Salah satu metode umum yang di gunakan untuk memperkirakan laju aliran puncak Hasil untuk kala ulang 50 tahun, didapatkan kelebihan debit banjir sebesar 64,363 m³/dtk, lama hujan (t) 3,2 jam dan volume tampungan minimal sebesar 378 580,32 m³ . Kolam Retensi direncanakan dengan dimensi K1 p = 300m, l = 130m, t = 2m, dan K2 p = 300m, l = 125m, t = 2m.

1. Pendahuluan

Lebih dari 220 juta penduduk, sebagian adalah warga miskin dan tinggal di daerah rawan banjir. Pada umumnya bencana banjir tersebut terjadi di wilayah Indonesia bagian barat yang menerima curah hujan lebih tinggi dibandingkan dengan di bagian Timur [1]. Banjir yang melanda di berbagai wilayah Indonesia merupakan kejadian alami, karena tata letak negara ini berada di daerah tropis dengan curah hujan yang sangat tinggi. Menurut data kebencanaan yang terjadi di Indonesia selama tahun 2000 hingga 2009, banjir merupakan bencana terbesar yang menempati urutan teratas [2]. Terjadinya banjir seperti diatas menjadikannya perlu untuk dilakukan evaluasi dan koreksi, serta penyelidikan. Hal apa yang menjadi salah, sehingga menyebabkan banjir. Harus dilakukan penelitian mendalam sehingga dapat diambil kesimpulan, dan diketahuinya tindakan yang tepat. Sehingga bahaya dari banjir dapat dicegah atau dihindari.

Banjir yang paling umum adalah di indikasikan dengan kondisi hidrologi sungai [3]. Sungai Bruno merupakan salah satu sungai di wilayah kecamatan Semen kabupaten Kediri yang 10 tahun terakhir mengalami kekeringan pada musim kemarau, dan banjir besar pada musim penghujan. Dengan karakteristik alirannya yang deras dan volume yang besar pernah menyebabkan tanggul jebol. Meskipun air belum sampai menjangkau pemukiman penduduk, perlu di waspadai terjadinya peristiwa ini [4].

Sungai Bruno adalah sungai yang melintang dari desa Selopanggung hingga desa Bulu kecamatan Semen kabupaten Kediri. Sungai Bruno termasuk salah satu anak sungai Brantas dengan debit yang besar yaitu kurang lebih 50 m³/detik pada saat musim penghujan [5]. Sungai Bruno yang memiliki karakteristik demikian cukup berpotensi untuk menjadi penyebab banjir. Penulisan ilmiah ini bertujuan untuk mengambil wilayah DAS (Daerah Aliran Sungai) sungai Bruno sebagai lokasi bahasan studi, sehingga nantinya studi ini dapat dijadikan referensi dalam upaya pencegahan banjir khususnya wilayah desa Sidomulyo kecamatan Semen kabupaten Kediri.

2. Studi Literatur

2.1 Hidrologi

Hidrologi adalah proses yang berlangsung secara terus – menerus dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian akan kembali lagi ke bumi [6]. Air di permukaan tanah menguap dan kemudian menjadi gas akibat panas sinar matahari. Uap air tersebut bergerak dan naik menuju atmosfer dan kemudian uap tersebut berkumpul menjadi awan. Selanjutnya titik – titik air tersebut jatuh ke bumi (*Presipitasi*) berupa hujan maupun salju. Ada yang jatuh ke

samudera, di daratan dan sebagian langsung menguap kembali sebelum mencapai permukaan bumi [7].

Terjadinya Presipitasi menyebabkan titik – titik air hujan jatuh ke daratan dan menyebar ke segala tempat. Ada air hujan yang tertahan oleh tumbuh – tumbuhan (*Intersepsi*) dan ada yang langsung diresap oleh tanah (*Infiltrasi*) [8]. Selain itu, ada pula yang langsung jatuh ke aliran permukaan atau *surface runoff*. Air ini ada yang mengalir mengikuti arah aliran permukaan, ada pula yang teresap ke dalam tanah (*Perkolasi*) [9], [10]. Aliran permukaan ini biasa berupa sungai ataupun aliran air yang akan terus mengalir hingga menuju ke laut. Hingga peristiwa yang diuraikan diatas tadi kembali berulang, inilah proses Hidrologi yang berlangsung terus menerus dan membuat air tidak habis [11].

2.2 Analisis Hidrologi

Dalam analisis Hidrologi terdiri dari beberapa hal yang harus diketahui yakni :

1. Presipitasi

Presipitasi biasa dikenal umumnya adalah hujan, namun secara istilah adalah menunjukkan suatu peristiwa jatuhnya uap air dalam wujud gas yang mencair/mengalami pengembunan (*kondensasi*) ke dataran[12]. Di daerah tropis biasa berupa Hujan, dan daerah sub tropis ada yang berupa Salju [3].

2. Penentuan Kawasan Hujan

Alat pengukur hujan hanya dapat menyajikan nilai tinggi hujan dari suatu titik daerah. Untuk melakukan analisis Hidrologi diperlukan nilai curah hujan pada suatu luasan daerah. Maka untuk mendapatkan nilai hujan dari suatu titik ke luasan daerah dapat dilakukan dengan menggunakan metode sebaran hujan. Yaitu dapat dihitung menggunakan metode Thiessen Polygon, metode Isohyet atau metode Aritmatik [13].

3. Analisis Frekuensi Dan Probabilitas

Dari data hujan yang diperoleh dari stasiun hujan perlu dilakukan analisis frekuensi dan kemungkinan terjadinya [14]. Dalam analisis Hidrologi perhitungan Frekuensi hujan yaitu menganalisa distribusi hujan yang didasarkan pada sifat dan jumlah kejadian yang telah lalu. Bertujuan memperoleh probabilitas besaran nilai hujan yang sesuai digunakan pada DAS rencana.

Terdapat parameter statistik yang digunakan dalam perhitungan ini, yaitu rata – rata, simpangan baku, koefisien skewness, koefisien variasi, dan koefisien kurtosis. Dari parameter diatas dapat dihitung sebaran hujan dengan *distribusi normal*, *distribusi log normal*, *distribusi*

Log Pearson III, dan *distribusi Gumbel* [15].

4. Uji Kecocokan Sebaran Hujan

Setelah melakukan analisa sebaran hujan, maka perlu dilakukan uji kecocokan sebaran. Yaitu untuk menguji kecocokan frekuensi data terhadap parameter statistik yang menggambarkan suatu daerah kawasan hujan tersebut. Metode untuk uji kecocokan sebaran yang sering di gunakan adalah uji *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov-Kolmogorov* [16].

5. Analisis Intensitas Hujan

Intensitas Hujan Rencana adalah suatu tingginya curah hujan yang terjadi dalam kurun waktu tertentu. Hal ini dihitung dari data hujan yang terjadi pada masa lampau untuk diketahui Intensitas Hujan Rencana yang tepat yang digunakan menghitung debit banjir rencana. Metode yang paling umum digunakan adalah *Metode Dr. Mononobe* [13].

6. Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana digunakan sebagai dasar perhitungan menentukan volume tampungan dari suatu bangunan di sungai [17]. Yaitu berdasarkan debit yang dapat ditampung oleh badan sungai dibandingkan dengan debit banjir rencana. Sehingga mendapatkan selisih debit banjir yang akan digunakan menghitung rencana besaran volume tampungan dan dimensi suatu bangunan pengendali banjir.

Terapat beberapa metode perhitungan debit banjir, yaitu *metode Rasional*, *metode Der Weduwen*, dan *metode Hasper*. Metode Rasional digunakan pada DAS dengan luas kurang dari 300ha. Masing – masing metode memiliki karakteristik perhitungan yang berbeda, metode Rasional menggunakan Intensitas Hujan yang dianggap sama pada seluruh DAS, metode Hasper menggunakan fungsi dari Koefisien Aliran, distribusi hujan, intensitas hujan, dan luas DAS, sedangkan metode Der Weduwen memiliki nilai presentase yang berbeda untuk fungsi diatas yang digunakan dalam persamaanya.

2.3 Kolam Retensi

Kolam Retensi adalah kolam yang berfungsi untuk menampung air hujan sementara waktu dengan memberikan kesempatan untuk dapat meresap ke dalam tanah yang operasionalnya dapat dikombinasikan dengan pompa atau pintu air [8].

Fungsi dari kolam retensi adalah untuk menggantikan peran lahan resapan yang dijadikan lahan tertutup/perumahan/perkantoran maka fungsi resapan dapat digantikan dengan kolam retensi[3]. Fungsi kolam ini adalah menampung air hujan langsung dan aliran dari sistem

untuk diresapkan ke dalam tanah. Sehingga kolam retensi ini perlu ditempatkan pada bagian yang terendah dari lahan. Jumlah, volume, luas dan kedalaman kolam ini sangat tergantung dari berapa lahan yang dialihfungsikan menjadi kawasan permukiman [18].

3. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian data dari lokasi penelitian serta tinjauan pustaka terhadap penelitian terdahulu. Penelitian diawali dengan menentukan lokasi bangunan air (*Kolam Retensi*) yang akan direncanakan. Dari lokasi ini ke arah hulu, kemudian ditentukan batas DAS dari sungai Bruno [19].

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu Analisis Hidrologi terhadap data curah hujan selama 10 tahun yang diambil dari stasiun Kanyoran. Kemudian akan dicari debit banjir rencana, yang kemudian dijadikan acuan untuk merencanakan dimensi kolam Retensi [20].

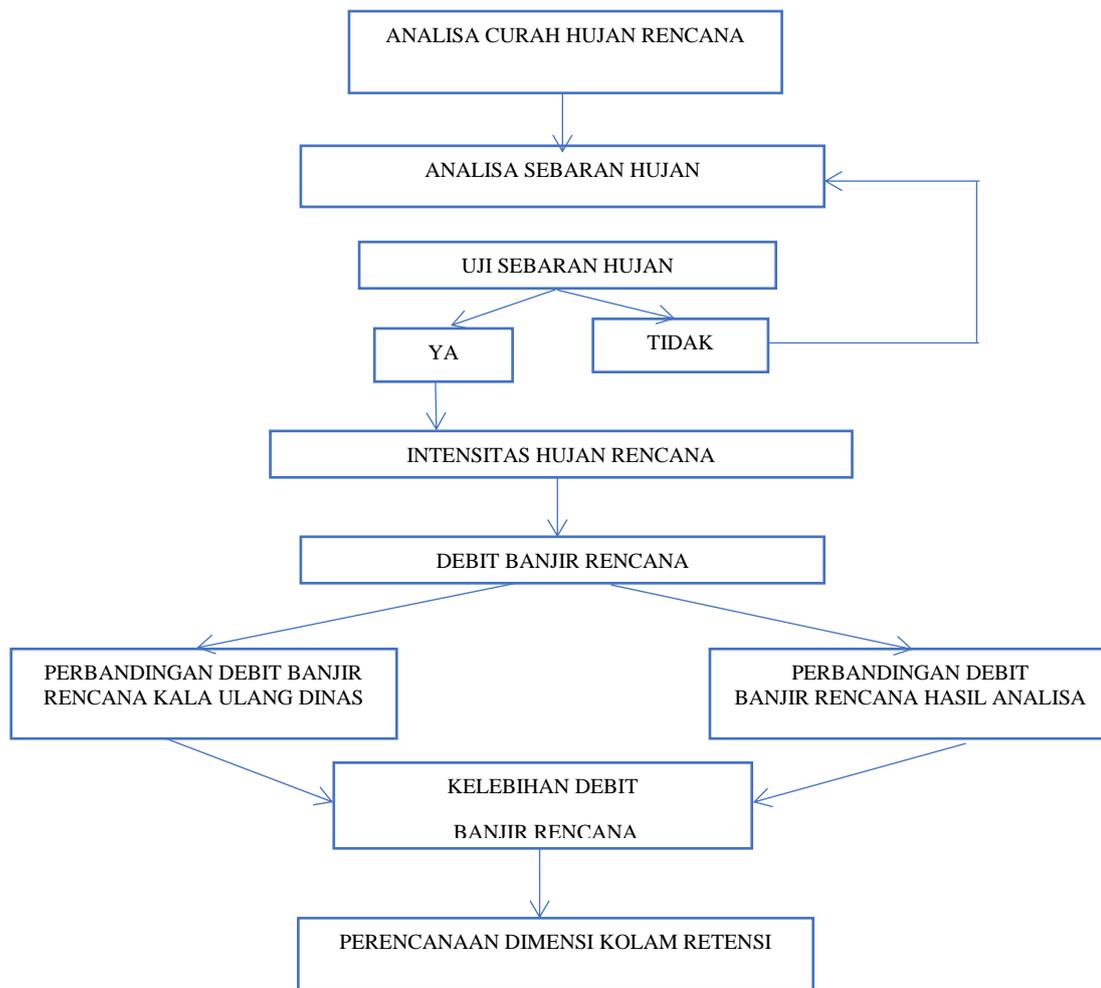


Sumber : Google

Gambar 1. Daerah pengaruh Stasiun Hujan Kanyoran

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa DAS dari sungai Bruno adalah seluas 23,759 km². Dengan panjang sungai 20 km, beda tinggi antara hulu dan hilir 350 mdpl. Wilayah lokasi penelitian memiliki dimensi lebar 10–12 m, dan tinggi jagaan air 1,2–2,5 m. Berikut adalah alur dari analisa yang digunakan :

3.1 Alur Penelitian



Gambar 2. Alur Pembahasan

Merujuk pada alur diatas penelitian ini diawali dengan Analisa Curah Hujan Rencana, Distribusi Hujan, setelah lolos uji kemudian menghitung Intensitas Hujan Rencana, kemudian debit banjir rencana dibandingkan antara hasil analisa dan kala ulang dinas, dari hasil perbandingan tersebut direncanakan dimensi kolam retensi sungai Bruno.

4. Hasil dan Diskusi

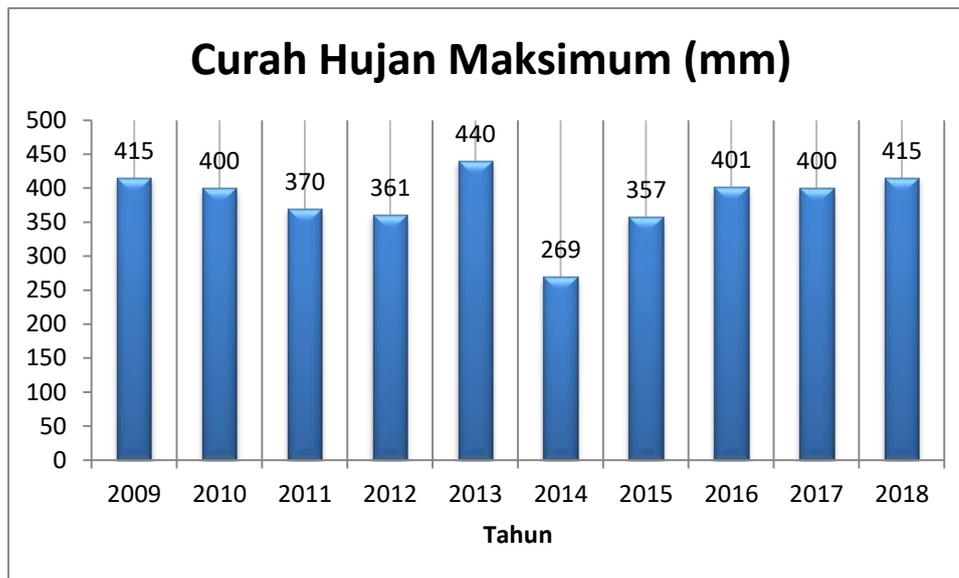
Hasil dari pembahasan ini meliputi hasil debit banjir rencana dari analisa data curah hujan yang diketahui, volume kolam tampungan yang dibutuhkan, dan dimensi kolam retensi rencana.

4.1 Analisa Curah Hujan

4.1.1 Ketersediaan Data Hujan

Data Curah Hujan yang digunakan adalah Data Curah Hujan Stasiun Kanyoran selama 10 Tahun 2009 – 2018 yang akan dihitung curah hujan maksimumnya. Dari data curah hujan yang digunakan kemudian dihitung curah hujan rata-rata pertahun pada daerah tangkapan

(*catchment area*) kemudian diambil nilai maksimum.



Sumber : Hasil Analisa Curah Hujan Maksimum

Gambar 3. Grafik Curah Hujan Maksimum Dari Tahun Ke Tahun

Gambar grafik diatas menunjukkan bahwa curah hujan maksimum ada pada tahun 2013 yaitu 440 mm.

4.1.2 Frekuensi Curah Hujan

a) Parameter Statistik

Tabel 1. Perhitungan Parameter Statistik

No	Tahun	Rh (X_i)	Rh Rata2 (\bar{X})	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	2009	415	383	32	1037	33386	1075037
2	2010	400	383	17	296	5088	87521
3	2011	370	383	-13	164	-2097	26844
4	2012	361	383	-22	475	-10360	225853
5	2013	440	383	57	3272	187149	10704937
6	2014	269	383	-114	12950	-1473760	167713896
7	2015	357	383	-26	666	-17174	443077
8	2016	401	383	18	331	6029	109720
9	2017	400	383	17	296	5088	87521
10	2018	415	383	32	1037	33386	1075037
JUMLAH		3828		0,0	20524	-1233264	181549443

Sumber : Hasil Analisa Perhitungan Parameter Statistik

Tabel perhitungan diatas menunjukkan bahwa hasil curah hujan rata – rata (\bar{X}) adalah 383mm, dan nilai deviasi $(X_i - \bar{X})$, $(X_i - \bar{X})^2$, $(X_i - \bar{X})^3$, $(X_i - \bar{X})^4$ berurutan yaitu 0,0 , 20524 , -1233264 , 181549443 nilai inilah yang akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

b) Standar Deviasi (Sd)

Perhitungan Standar Deviasi dapat menggunakan persamaan berikut ini [19]:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{20524}{10-1}}$$

$$Sd = 47,75$$

Dimana :

Sd : Deviasi Standar

X : Nilai Rata - rata variatif

Xi : Nilai Variatif ke i

n : Jumlah Data

c) Koefisien Skewness (Cs)

Perhitungan *Koefisien Skewness* digunakan Persamaan berikut ini [19]:

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n \{(Xi - \bar{X})^3\}}{(n - 1)(n - 2)Sd^3}$$

$$Cs = \frac{10 \times (-1\ 233\ 264)}{(10 - 1)(10 - 2)47,75^3}$$

$$Cs = \frac{10 \times (-1\ 233\ 264)}{(10 - 1)(10 - 2)108\ 897,16}$$

$$Cs = -1,573$$

d) Pengukuran Kurtosis (Ck)

Perhitungan Koefisien kurtosis dapat menggunakan persamaan berikut ini [19] :

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{(Xi) - \bar{X}\}^4}{Sd^4}$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{10} 181549443}{47,75^4}$$

$$Ck = 2,494$$

e) Pengukuran Kurtosis (Ck)

Perhitungan Koefisien Variasi dapat menggunakan persamaan [19] $Cv = \frac{Sd}{\bar{x}}$

$$Cv = \frac{47,75}{383}$$

$$Cv = 0,125$$

4.2 Distribusi Hujan

4.2.1 Metode Sebaran Hujan

Pada perhitungan analisis frekuensi hujan menggunakan Metode Gumbel I, Metode Log Normal, Metode Log Pearson III. Kemudian kita lakukan rekapitulasi dari semua metode sebaran hujan diatas, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Rekap Perhitungan Frekuensi Curah Hujan

No	Periode	Metode Gumbel I	Metode Log Person III	Metode Log Normal
1	2	376,33	225,6258	384,593
2	5	433,32	364,0839	425,2014
3	10	471,06	462,3604	397,2168
4	25	506,78	591,9988	460,1296
5	50	518,74	691,3953	486,6206
6	100	554,12	792,4877	501,9189
7	200	589,23	896,2069	-
8	1000	624,22	1147,489	-

Sumber : Hasil Rekap Perhitungan Frekuensi Curah Hujan

Dari ketiga metode diatas telah diketahui nilai Cs dan Ck yang digunakan untuk menentukan **syarat distribusi curah hujan**.

Tabel 3. Syarat penggunaan jenis sebaran

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Metode Gumbel I	$Ck \leq 5,4002$ $Cs \leq 1,139$	$Ck = 2,494$ $Cs = -1,573$	Memenuhi Memenuhi
2	Metode Log Normal	$Cs = 3cv + Cv^3$ $= 1,15$ $Ck = 0$	$Cs = 1,255$ $Ck = 2,494$	Memenuhi Tidak Memenuhi
3	Metode Log Person III	$Cs \neq 0$ $Ck = 1,5 Cs (\ln X)^2 + 3$ $= 2,787$	$Cs = 0,125$ $Ck = 2,494$	Memenuhi Tidak Memenuhi

Sumber : Syarat penggunaan jenis sebaran

4.2.1 Intensitas Curah Hujan

Perhitungan Intensitas hujan rencana menggunakan metode Mononobe yang merupakan sebuah variasi dari persamaan – persamaan curah hujan jangka pendek. Berikut persamaanya:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3}$$

I = Intensitas curah hujan (*mm/jam*)

t = Lamanya curah hujan (*jam*)

R₂₄ = Curah hujan maksimum dalam 24 Jam (*mm*)

Tabel 4. Perhitungan Intensitas Hujan Rencana

t (jam)	R2	R5	R10	R25	R50	R100	R200	R1000
	376,33	433,32	471,06	506,78	518,74	554,1163	589,23	624,22
1	130,466	150,225	163,306	175,691	179,838	192,101	204,274	216,406
2	82,188	94,636	102,876	110,678	113,291	121,016	128,684	136,327
3	62,721	72,221	78,509	84,463	86,457	92,353	98,205	104,037
4	51,775	59,617	64,808	69,723	71,369	76,235	81,066	85,881
5	44,619	51,376	55,850	60,085	61,504	65,698	69,861	74,010
6	39,512	45,496	49,458	53,209	54,465	58,179	61,865	65,539
7	35,653	41,053	44,628	48,012	49,145	52,497	55,823	59,139
8	32,616	37,556	40,826	43,923	44,960	48,025	51,068	54,101
9	30,153	34,720	37,743	40,606	41,564	44,399	47,212	50,016
10	28,108	32,365	35,183	37,851	38,745	41,387	44,009	46,623
Rata - Rata	34,061	39,220	42,635	45,868	46,951	50,152	53,330	56,498

Sumber : Hasil Analisa Perhitungan Intensitas Hujan Rencana

Tabel diatas adalah Intensitas hujan rencana yang didapat dari hasil dari hujan maksimum berdasarkan kala ulang 2 tahun hingga 1000 tahun dihitung dengan lamanya hujan (t) mulai dar 1 jam hingga 10 jam.

4.4 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana menggunakan Metode Rasional, Metode Weduwen, Metode Hespers. Setelah diketahui hasilnya maka dilakukan rekapitulasi dari perhitungan debit banjir rencana diatas. Perhitungan debit banjir rencana dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir Rencana

Periode	Metode Rasional (m^3/dtk)	Metode Weduwen (m^3/dtk)	Metode Haspers (m^3/dtk)
2	62,992	158,679	310,465
5	72,533	182,711	357,486
10	78,849	198,620	388,614
25	84,828	213,684	418,086
50	86,831	218,728	427,956

Sumber : Hasil Analisa Perhitungan Debit Banjir Rencana

Dari tabel diatas, diketahui metode Haspers memiliki nilai debit banjir rencana yang paling besar dan metode Rasional memiliki nilai paling kecil. Nilai yang dipilih adalah nilai debit banjir rencana metode Rasional dengan kala ulang 50 tahun yaitu 86,831 (m^3/dtk).

4.5 Rencana Dimensi Kolam Retensi

4.5.1 Perbandingan Hitungan Debit Banjir Rencana

Perbandingan dari kala ulang perhitungan dan dinas, yakni :

Tabel 6. Debit banjir hujan kala ulang analisa & data instansi

Periode Ulang (Tahun)	Debit Banjir	
	Hujan Kala Ulang Analisa	Hujan Kala Ulang Instansi
2	62,99243	14,57771
5	72,53349	17,38479
10	78,84919	19,09214
25	84,8283	21,09073
50	86,83121	22,46833

Sumber : Hasil Analisa Perhitungan Debit Banjir Rencana

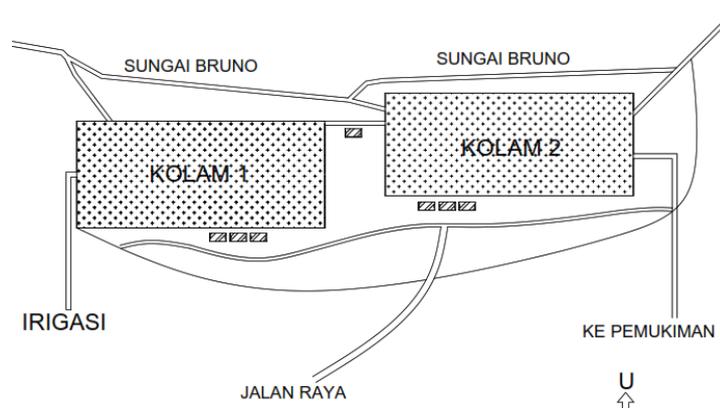
Digunakan rencana untuk 50 tahun maka kita bandingkan antara debit banjir R_{50} didapatkan debit banjir selisih **64,363 m³ / dtk**.

Waktu t hujan rencana = 3,147 ≈ **3,2 jam** (Sumber analisa)

Debit saluran pembuangan = **15,75 m³ / dtk**

Volume Kolam_{min} = $(Q_{\text{lebih}} - 2Q_{\text{saluran}}) \times t \text{ hujan rencana}$
 = $(64,363 - (2 \times 15,75)) \times 3,2$
 = $32,863 \times (3,2 \times 3600)$
 = **378 580,32 m³**

4.5.2 Perencanaan Dimensi Kolam Tampungan



Dimensi Kolam Retensi

KOLAM 1

Panjang Kolam = 300 m

Lebar Kolam = 130 m

Kedalaman Kolam = 2 m

Tinggi Jagaan Kolam = 3 m

Volume = 195 000 m³

KOLAM 2

Panjang Kolam = 300 m

Lebar Kolam = 3 m

Kedalaman Kolam = 2 m

Tinggi Jagaan Kolam = 3 m

Volume = 187 500 m³

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut

1. Faktor penyebab banjir di sungai Bruno adalah Curah Hujan Tinggi, Intensitas Hujan Tinggi, dan sungai Bruno perlu dinormalisasi.
2. Data hujan yang digunakan adalah data curah hujan maksimum jangka pendek (10 tahun terakhir dari data analisa curah hujan) dari stasiun hujan Kanyoran. Ditemukan rata – rata hujan maksimum (\bar{X}) = **383mm D**
3. Debit banjir yang didapatkan dari perhitungan kala ulang hujan dari dinas terkait menggunakan metode Rasional yakni **14,578 m³/dt**. Kelebihan debit banjir selisih antara perhitungan dan data dinas terkait pada kala hujan 50 tahun didapatkan yaitu **64,363 m³ / dtk**.

Volume Tampungan minimal yaitu hasil kali debit lebih dengan lama hujan metode yang digunakan yakni t **3,2 Jam** dan dikurangi debit saluran pembuang **31,5 m³** yakni didapatkan hasilnya **378 580,32 m³**

5.1 Saran

Dari kesimpulan diatas, diperoleh saran – saran sebagai berikut Sungai Bruno sudah perlu untuk dilakukan normalisasi karena banyak sedimen yang menumpuk di badan sungai. Perlu untuk dilakukan penghijauan di DAS sungai Bruno sebagai bantuan resapan air kedalam tanah. Perlu dibangun bangunan pengendali banjir, baik kolam, bendung atau sebagainya agar kelestarian air sungai Bruno terjaga dan dapat mengembalikan ekosistem di dalamnya

Daftar Pustaka

- [1] Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana [BAKORNAS PB], “Pedoman Penanggulangan Bencana Banjir,” *Bakornas Pb*, 2007.
- [2] M. Ir. Moch. Arifin, “Kajian Potensi Banjir Akibat Perubahan Pada Berbagai Penggunaan Lahan di Kota Surabaya,” *Eprints Upn Jatim*, 2013.
- [3] Florince, N. Arifaini, and I. Adha, “Studi Kolam Retensi sebagai Upaya Pengendalian Banjir Sungai Way Simpung Kelurahan Palapa Kecamatan Tanjung Karang Pusat,” *Jrsdd*, vol. 3, no. 3, pp. 507–520, 2015.
- [4] T. Wismarini and D. Ningsih, “Analisis Sistem Drainase Kota Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografi dalam Membantu Pengambilan Keputusan Bagi Penanganan Banjir,” *Dinamik*, vol. 15, no. 1, p. 242704, 2010.
- [5] Kementrian Pekerjaan Umum, “Pola PSDA Brantas,” 2010.
- [6] Muhammad Fadhil Imansyah, “Studi Umum Permasalahan Dan Solusi Das Citarum Serta Analisis Kebijakan Pemerintah,” *J. Sositologi*, vol. 11, no. 25, pp. 18–33, 2012.
- [7] M. I. Nasution and M. Nuh, “Kajian Iklim Berdasarkan Klasifikasi Oldeman Di Kabupaten Langkat,” *JISTech*, vol. 3, no. 2, pp. 1–19, 2018.
- [8] B. A. Baskoro, D. Sisanggih, and S. Marsudi, “Mereduksi Banjir Sungai Citarum Hulu , Kabupaten Bandung,” *J. Mhs. Jur. Tek. Pengair. UB*, vol. 1, no. 2, p. 21, 2018.
- [9] E. Siswanto, S. Anam, and N. A. Putra, “Penguatan Tanah Menggunakan Bahan Limbah beton tak terpakai dan biji plastik,” *Ukarst*, vol. 1, no. 2, pp. 146–155, 2017.
- [10] A. I. Candra, S. Anam, Z. B. Mahardana, and A. D. Cahyono, “STUDI KASUS STABILITAS STRUKTUR TANAH LEMPUNG PADA JALAN TOTOK KEROT KEDIRI MENGGUNAKAN LIMBAH KERTAS,” *Ukarst*, vol. 2, no. 2, pp. 88–97, 2018.
- [11] T. Susanti and M. H. S., “Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen Waduk Selorejo Kabupaten Malang,” *Eprints Undip*, 2006.
- [12] R. Ajiono and H. Praktiko, “STABILITAS STRUKTUR TANAH JENIS EKSPANSIF MENGGUNAKAN KOMBINASI ABU DAUN,” *UkaRsT*, vol. 3, no. 2, pp. 13–21, 2019.
- [13] A. Fuadi, “Pengaruh Infiltrasi dan Permeabilitas Terhadap Sumur Resapan di Kawasan Perumahan (Studi Kasus: Taman Setia Budi Indah II, Medan),” *J. Tek. Sipil USU*, 2014.
- [14] U. S. Lestari, “Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio),” *POROS Tek.*, 1970, doi: 10.31961/porosteknik.v8i2.373.
- [15] A. Munir, Suripin, M. N. Abdullah, and T. Marutani, “Application of geographic information system (GIS-IDRISI) for assessing land use risks on sediment yields,” *J. Fac. Agric. Kyushu Univ.*, 2000.
- [16] P. B. Gintung and D. Rahmawati, “Analisis banjir rancangan dengan metode hss nakayasu pada bendungan gintung,” *Eprints Gunadarma*, pp. 100–105, 2011.

- [17] D. Wismarini, D. H. Ningsih, and F. Amin, "Metode Perkiraan Laju Aliran Puncak (Debit Air) sebagai Dasar Analisis Sistem Drainase di Daerah Aliran Sungai Wilayah Semarang Berbantuan SIG," *J. Teknol. Inf. Din.*, 2011, doi: 0854-9524.
- [18] M. Zaenuri and H. Pratikno, "PERENCANAAN SISTEM DRAINASE DAN TROTOAR (STUDY KASUS : LINGKUNGAN KELURAHAN BANJARAN KOTA KEDIRI)," *Ukarst*, vol. 3, no. 1, pp. 66–74, 2019.
- [19] S. Soemarto, H. Sukarmadidjaja, and M. Soedomo, "Water conservation and pollution control," *Water Sci. Technol.*, 1995.
- [20] D. Kartikasari and N. Nafi'iyah, "Simulasi Distribusi Air Bersih Dengan Adobe Flash," *UKaRsT*, vol. 3, no. 1, p. 8, 2019, doi: 10.30737/ukarst.v3i1.347.