

# ANALISIS PENYEBAB BANJIR TAHUNAN DI KECAMATAN PAMANUKAN: PERAN SUNGAI CIPUNAGARA DAN SALURAN PEMBUANG CIGADUNG

Firman Harry Permana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana

<sup>1</sup> korespondensi : firmanharrypermana@gmail.com

## ABSTRAK

Kecamatan Pamanukan masih menjadi langganan banjir ketika musim hujan tiba, yang diakibatkan oleh keberadaan sungai atau pun saluran-saluran air yang banyak melintasi Kecamatan Pamanukan. Terdapat beberapa kajian yang memprediksi kejadian banjir di Kecamatan Pamanukan, akan tetapi banjir masih terjadi sampai saat ini meskipun telah dilaksanakan upaya struktural maupun non struktural pada sungai atau saluran yang ada tersebut. Oleh karena itu tujuan penelitian ini untuk mencari sumber banjir utama yang menyebabkan banjir di Kecamatan Pamanukan setiap tahunnya, agar penanganan banjir lebih efektif kedepannya. Maka penelitian ini akan mengkaji perbandingan beberapa sungai atau saluran yang dapat menyebabkan banjir di Kecamatan Pamanukan, salah satunya Sungai Cipunagara dan Saluran Pembuang Cigadung. Metodologi yang digunakan dengan melakukan pemodelan hidraulik menggunakan perangkat lunak HEC-RAS 6.2 terhadap Sungai Cipunagara dan Saluran Pembuang Cigadung, dengan faktor debit rata-rata dan debit rencana yang diprediksi terjadi pada sungai dan saluran tersebut. Dari hasil analisis, didapatkan bahwa Sungai Cipunagara dapat terjadi limpasan pada frekuensi periode ulang 2-5 tahunan dengan status keamanannya "Siaga dan Awas", sementara Saluran Pembuang Cigadung dapat melimpas pada frekuensi kejadiannya 1-2 tahunan dengan tinggi muka airnya setinggi 1,06-1,16 meter dari dasar saluran. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa frekuensi tersingkat terjadinya banjir di Kecamatan Pamanukan disebabkan oleh Saluran Pembuang Cigadung, oleh karena itu pengendalian banjir lebih efektif diterapkan pada Saluran Pembuang Cigadung dengan salah satu alternatifnya berupa kolam retensi dan/atau pembangunan/peninggian tanggul pada saluran tersebut.

**Kata Kunci:** Sungai Cipunagara, Saluran Pembuang Cigadung, HEC-RAS, Banjir.

## ABSTRACT

Pamanukan Subdistrict is still prone to flooding when the rainy season comes, caused by the presence of rivers and water channels that cross the subdistrict. Despite various studies that predict flooding in Pamanukan Subdistrict, floods still occur even though both structural and non-structural efforts have been implemented on the existing rivers and channels. Therefore, the purpose of this study is to identify the main source of floods that occur in Pamanukan Subdistrict every year, in order to have more effective flood management in the future. This study will compare several rivers and channels that can cause floods in Pamanukan Subdistrict, one of which is Cipunagara River and Cigadung Discharge Channel. The methodology used in this study is hydraulic modeling using HEC-RAS 6.2 software on Cipunagara River and Cigadung Discharge Channel, with average and planned discharge factors predicted for the river and channel. The analysis results show that Cipunagara River can cause overflow with a frequency of 2-5 years return period with a "Alert and Warning" security status, while Cigadung Discharge Channel can overflow with a frequency of 1-2 years return period and water level reaching 1.06-1.16 meters from the channel bottom. Based on these analysis results, it can be concluded that the most frequent occurrence of floods in Pamanukan Subdistrict is caused by Cigadung Discharge Channel, therefore more effective flood control can be applied to the channel such as retention ponds and/or building/raising embankments.

**Keywords:** Cipunagara River, Cigadung Drain, HEC-RAS, Flood.

## PENDAHULUAN

Kecamatan Pamanukan masih menjadi langganan banjir ketika musim hujan tiba, hal ini telah teridentifikasi berdasarkan hasil studi

terdahulu terkait kejadian banjir yang kondisinya cukup serius diakibatkan oleh masalah sungai-sungai yang bermuara di daerah Pantai Utara Pulau Jawa (Pantura). Kejadian

banjir di Pamanukan tercatat terjadi pada tahun 2001, 2004, 2006 dan tahun 2009, bahkan pada tahun 2021 menjadi banjir terparah dalam kurun waktu 8 tahun terakhir [1]

Upaya stuktural telah dilakukan dalam pengendalian potensi banjir di Kecamatan Pamanukan akibat meluapnya Sungai Cipunagara, akan tetapi kejadian banjir masih terjadi di Pamanukan setiap tahunnya. Sehingga diperlukan penelusuran lanjutan terkait sumber banjir yang terjadi setiap tahunnya di Pamanukan, terutama terhadap saluran-saluran yang banyak melintasi Kecamatan Pamanukan salah satunya Saluran Pembuang Cigadung. [2]

#### TINJAUAN PUSTAKA

Usaha dalam pengendalian banjir di Pamanukan ini harus segera dilakukan, mengingat Pamanukan merupakan kota jasa dan perdagangan di utara Kabupaten Subang terutama dengan kehadiran pelabuhan baru yaitu Pelabuhan Patimban sebagai Proyek Strategis Nasional (PSN) [3]. Upaya tersebut dapat dilakukan baik secara struktural dengan konsep utamanya berupa: (1) pengaturan debit puncak banjir; (2) melokalisir alirannya; (3) memperbesar kecepatan alirannya; (4) memperkecil debit yang masuk ke aliran; dan (5) memperkecil debit melalui perbaikan lahan aliran. Upaya lainnya secara non struktural di mana lebih menekankan pada aspek pengaturan dan rekayasa sosial dalam hal rangka memperkecil kerugian akibat banjir.

Diantara upaya pengendalian secara struktural dan non struktural, cara struktural merupakan strategi yang mudah dilakukan dibandingkan

dengan melakukan cara non struktural yang sifatnya berkesinambungan dalam hal sosialisasi dan penyamaan persepsi antar pihak terkait dalam pengendalian banjir ini [4]. Sehingga alternatif yang dapat dilakukan secara struktural dalam pengendalian banjir di Kecamatan pamanukan dapat berupa pembangunan kolam retensi dan/atau pembangunan/peninggian terhadap tanggul pada aliran yang berpotensi terjadinya banjir tersebut [5].

Sebelum menentukan alternatif pengendalian banjir, maka diperlukan analisa untuk mengetahui besar faktor yang harus dikendalikan oleh alternatif struktur tersebut. Besar faktor tersebut adalah berupa debit yang ditentukan dengan cara sebagai berikut [6].

1. Analisa pengujian seri data, yang terdiri dari uji konsistensi dengan metode kurva massa ganda dan *metode Rescaled Adjustment Partial Sum* (RAPS), serta analisa pengujian homogenitas. [7]
2. Analisa perhitungan hujan kawasan, di mana curah hujan yang diperlukan adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Metode yang biasa digunakan adalah metode Thiessen yang mempunyai ketelitian yang lebih baik dari pada cara aljabar rata-rata. [8]
3. Analisa perhitungan curah hujan rencana, yang dapat ditentukan secara probabilitas akan besar hujan di masa yang akan datang

**Tabel 1 : Persyaratan pemilihan parameter statistik distribusi**

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_s < 1,1396$ $C_k < 5,4002$
2	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
4	Log Pearson III	Selain dari pada nilai yang di atas

Sumber: Kamiana, 2011

yang diperkirakan dapat terjadi. Metode yang akan digunakan disesuaikan dengan persyaratan pemilihan parameter statistik distribusi pada Tabel 1, diperkuat dengan melakukan uji distribusi probabilitas menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorof. [9]

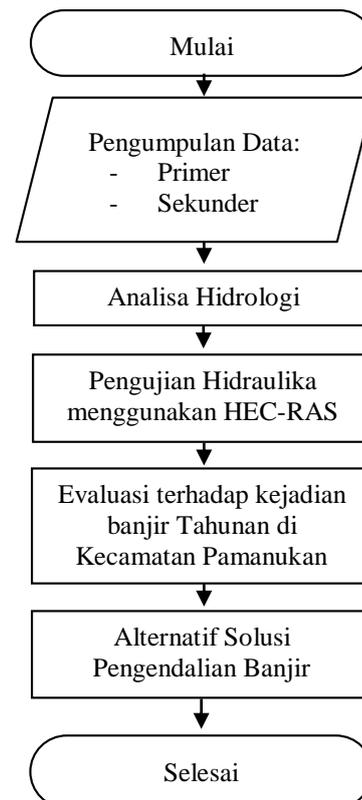
- Analisa perhitungan debit limpasan dengan mempertimbangkan faktor meteorologi dan karakteristik wilayah yang dikaji [10]. Metode yang dapat digunakan adalah metode Haspers dan HSS Nakayasu berupa hidrograf [11].

Setelah mengetahui debit yang akan direncanakan, maka langkah selanjutnya menguji kapasitas penampang alur yang dikaji terhadap debit tersebut dengan menggunakan bantuan *software* HEC-RAS. Sehingga dapat diketahui kemampuan penampang saluran yang dikaji terhadap faktor debit tersebut [12].

## METODE

Lingkup penelitian yang dilakukan yaitu menentukan sumber banjir utama yang dapat menyebabkan banjir di Kecamatan Pamanukan dengan frekuensi tersingkat terjadinya banjir

tersebut, diuraikan tahapannya pada Gambar 1. Sumber limpasan yang dikaji tersebut yaitu Sungai Cipunagara dan Saluran Pembuang Cigadung dengan faktor debit rata-rata tahunan dan debit rencana periode ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50 dan 100 tahun.

**Gambar 1: Bagan Alur Penelitian**

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah dengan menggunakan metode studi

pustaka terhadap informasi yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian ini, baik dari buku, jurnal maupun internet. Sementara Metode Observasi juga digunakan untuk mengetahui kondisi wilayah studi yang dikaji dalam bentuk dokumentasi juga wawancara. Data utama yang digunakan adalah data curah hujan harian yang tercatat pada stasiun curah hujan Pamanukan, Pusakanagara dan Tambakdahan dengan masa pencatatan dari tahun 2010-2021.

Selain dari itu, digunakan juga data debit limpas Bendung Salamdarma sebagai debit yang mewakili DAS Cipunagara di hulunya dengan masa pencatatan dari tahun 2010-2021. Data tersebut didapatkan dengan melakukan permintaan kepada Perum Jasa Tirta 2 melalui aplikasi SIPPID Jasa Tirta II. Selain data curah hujan dan debit, diperlukan juga data rupa bumi untuk wilayah yang dikaji menggunakan data DEM yang didapatkan dari Badan Informasi

Geospasial (BIG), dengan penambahan data tata guna lahan pada wilayah yang dikaji.

Tahapan analisa hidrologi menghasilkan debit maksimum, yang didapatkan menggunakan rumus Haspers berikut.

$$Q_{maks} = \alpha \times \beta \times I \times A \dots\dots\dots (1)$$

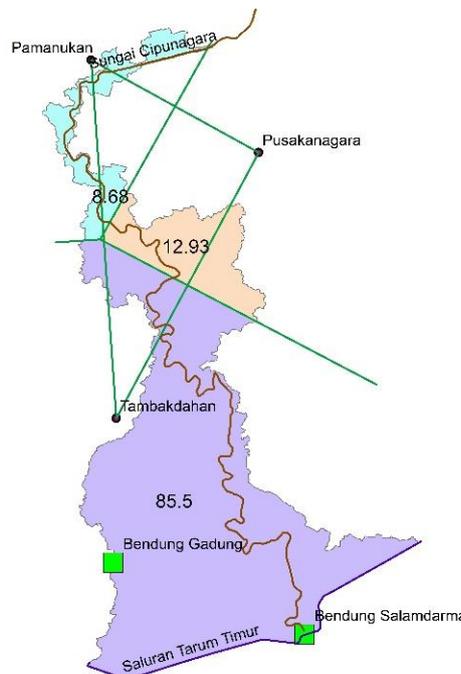
Di mana

- $Q_{maks}$  = debit maksimum (m<sup>3</sup>/det)
- $\alpha$  = koefisien pengaliran
- $\beta$  = koefisien reduksi
- $I$  = intensitas hujan
- $A$  = luas daerah pengaliran.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Sungai Cipunagara Akibat Debit Rata-rata**

Dalam penentuan debit rata-rata yang terjadi di Sungai Cipunagara, digunakan data curah hujan rata-rata tahunan yang tercatat pada stasiun



**Gambar 2: Konfigurasi Poligon Thiesen 3 stasiun pada DAS Cipunagara Hilir**

hujan Pamanukan, Pusakanagara dan Tambakdahan. Dengan menggunakan metode poligon Thiessen sesuai Gambar 2, didapatkan curah hujan rata-rata yang terjadi pada DAS Cipunagara hilir sebesar 12,80 mm.

Untuk mengetahui debit maksimum yang terjadi akibat curah hujan tersebut maka digunakan rumus Haspers (1), didapatkan debit maksimumnya sebagai berikut.

$$Q_{maks} = 0,44 \times 0,84 \times 0,24 \times 107,11 = 9,48 \text{ m}^3/\text{det}$$

Kemudian untuk mengetahui debit tambahan dari hulunya, digunakan debit limpas Bendung Salamdarma, diperoleh debit limpas rata-ratanya sebesar 43,88 m<sup>3</sup>/det. Sehingga dengan menambahkan kedua nilai debit tersebut disertai nilai debit aliran dasarnya (base flow), didapatkan debit rata-rata Sungai Cipunagara sebesar 9,48 + 43,88 + 4,55 = 57,91 m<sup>3</sup>/det.

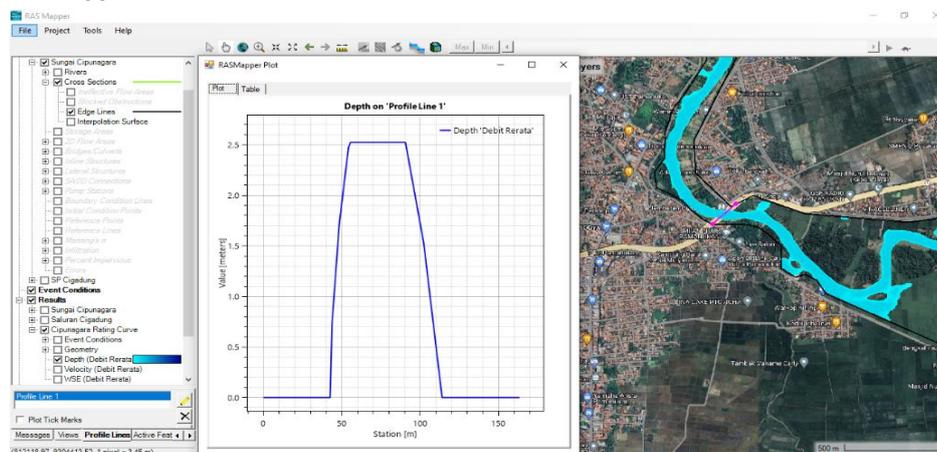
Dengan menggunakan *software* HECRAS 6.2 dan data DEMNAS dengan input debit rata-rata tersebut, didapatkan profil Tinggi Muka Air (TMA) di bawah Jembatan Pamanukan setinggi 252,50 cm seperti yang digambarkan pada Gambar 3. Tinggi muka air tersebut termasuk

pada kategori “Aman” sesuai pembacaan *peil scale* dibawah Jembatan Pamanukan, setelah hasil simulasi tersebut dikalibrasi dengan *rating curve* yang biasa digunakan dalam pengelolaan Sungai Cipunagara oleh Kementerian PUPR.

### Sungai Cipunagara Akibat Debit Rencana

Debit rencana yang dianalisis adalah debit rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50 dan 100 tahun dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum tahunan pada stasiun curah hujan Pamanukan, Pusakanagara dan Tambakdahan dalam menentukan debit dihilirnya, digunakan pula debit limpas Bendung Salamdarma sebagai debit yang berasal dari hulunya.

Metode probabilitas distribusi yang digunakan adalah metode Log Pearson III dengan hasil pengujian Chi-Kuadrat  $\chi^2 < \chi^2_{cr}$  dan metode pengujian Smirnov-Kolmogorof dengan hasil  $\Delta P_i < \Delta P_{kritis}$ . Sehingga didapatkan besar curah hujan rencana 2, 5, 10, 20, 25, 50 dan 100 masing-masing sebesar 71,01 mm, 105,28 mm, 130,63 mm, 159,22 mm, 165,66 mm, 193,87 mm dan 223,99 mm. Curah hujan tersebut dika-



Gambar 3: Profil Sungai Cipunagara akibat Debit Rata-Rata

**Tabel 2: Rekap debit rencana DAS Cipunagara tiap periode ulang dalam satuan m<sup>3</sup>/det**

<i>T</i>	Aliran Permukaan DAS Cipunagara Hilir	Aliran Permukaan DAS Cipunagara Hulu	Aliran Dasar Sungai Cipunagara Hilir	Debit rencana DAS Cipunagara
2	13,82	381,40	4,55	399,77
5	20,48	475,22	4,55	500,25
10	25,42	549,11	4,55	579,08
20	30,98	636,80	4,55	672,33
25	32,23	655,95	4,55	692,73
50	37,72	745,80	4,55	788,07
100	43,58	844,79	4,55	892,92

likan koefisien limpasan pada DAS Cipunagara hilir sebesar 0,263 sehingga menjadi hujan efektif. Maka dengan menggunakan metode Haspers didapatkan debit aliran permukaan untuk DAS Cipunagara hilir disajikan pada Tabel 2. Untuk menjadi debit seutuhnya sebagai DAS Cipunagara, maka debit aliran tersebut ditambahkan dengan debit aliran permukaan DAS Cipunagara hulu yang didapat dari data debit limpas Bendung Salamdarma dan juga ditambahkan dengan debit aliran permukaannya, sehingga didapatkan debit rencana DAS Cipunagara seutuhnya yang di-

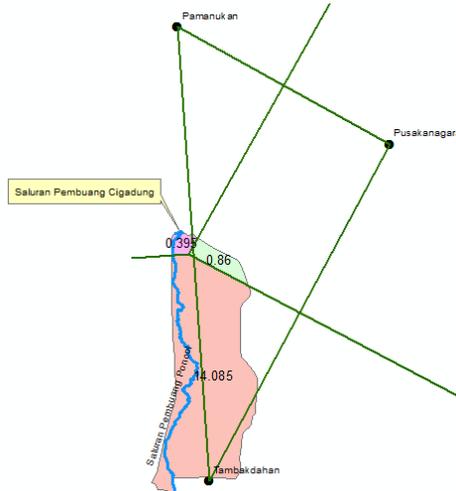
sajikan pada Tabel 2 tersebut. Dengan menggunakan HECRAS 6.2 dan data DEMNAS dengan input berupa debit rencana sesuai Tabel 2, didapatkan profil Tinggi Muka Air (TMA) dengan status keamanannya yang disajikan pada Tabel 3 berikut.

#### **SP Cigadung akibat Debit Rata-rata**

Dalam penentuan debit rata-rata yang terjadi di Saluran Pembuang (SP) Cigadung, digunakan pula data curah hujan rata-rata tahunan pada stasiun hujan Pamanukan, Pusakanagara dan Tambakdahan. Dibuat poligon Thiessen seperti yang digambarkan pada Gambar 4, sehingga

**Tabel 3: Rekap hasil simulasi Sungai Cipunagara akibat Debit Rencana**

<i>T</i>	Debit rencana (m <sup>3</sup> /dt)	TMA (cm)	Status Keamanan
2	399,77	602,90	Siaga
5	500,25	671,10	Awas
10	579,08	720,20	Awas
20	672,33	774,30	Awas
25	692,73	785,70	Awas
50	788,07	838,10	Awas
100	892,92	894,80	Awas



Gambar 4: Konfigurasi Poligon Thiesen 3 stasiun pada DTA SP Cigadung

didapatkan curah hujan rata-rata yang terjadi pada DTA SP Cigadung sebesar 12,61 mm. Kemudian dengan menggunakan metode Haspers didapatkan debit maksimumnya sebagai berikut.

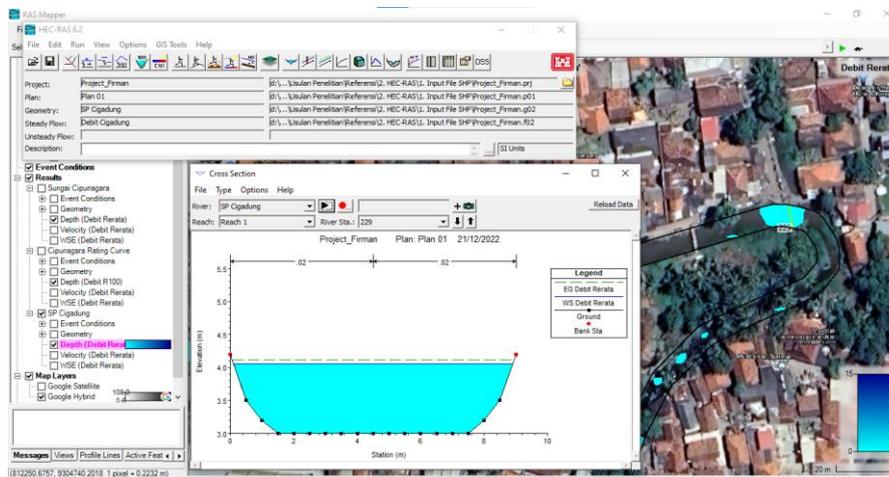
$$Q_{maks} = 0,72 \times 0,92 \times 0,70 \times 15,34 = 7,10 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dengan menambahkan nilai debit aliran dasar (base flow = 1,84 m<sup>3</sup>/det) yang terjadi pada SP Cigadung, didapatkan debit rata-rata pada Saluran Pembuang Cigadung sebesar 7,10 + 1,84 = 8,94 m<sup>3</sup>/det.

Berdasarkan Gambar 5, tinggi muka air yang terjadi setinggi 1,06 m dari ketinggian saluran rata-rata 1,20 m, sehingga termasuk kategori “Siaga” dan diperlukan penanganan lebih lanjut dalam pengendalian limpasan banjirnya dengan faktor debit rata-rata yang terjadinya tersebut.

### SP Cigadung akibat Debit Rencana

Debit rencana yang dianalisis pada periode ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50 dan 100 tahun dengan menggunakan data curah hujan maksimum tahunan pada stasiun curah hujan Pamanukan, Pusakanagara dan Tambakdahan.



Gambar 5: Profil Saluran Pembuang Cigadung akibat Debit Rata-Rata

**Tabel 4: Rekap Debit Rencana Saluran Pembuang Cigadung tiap Periode Ulang (satuan m<sup>3</sup>/det)**

<i>T</i>	Aliran Permukaan SP Cigadung	Aliran Dasar SP Cigadung	Debit rencana SP Cigadung
2	8,87	1,84	10.71
5	13,02	1,84	14.86
10	16,02	1,84	17.86
20	19,34	1,84	21.18
25	20,08	1,84	21.92
50	23,28	1,84	25.11
100	26,65	1,84	28.49

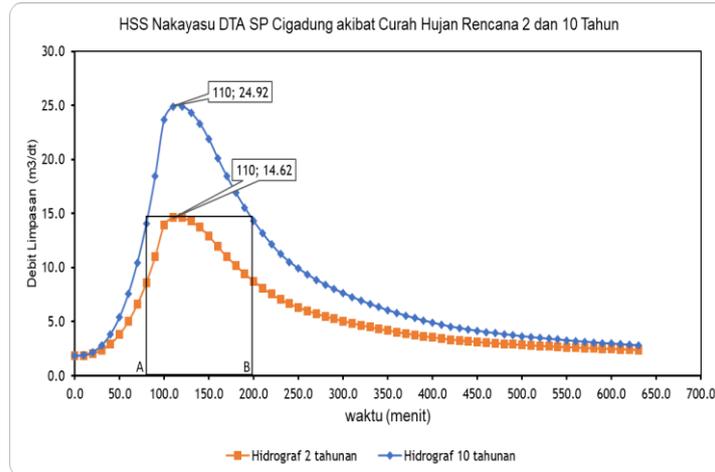
Metode probabilitas distribusi yang digunakan adalah metode Log Pearson III dengan pengujian Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorof dengan hasil data dapat diterima, sehingga didapatkan besar curah hujan rencana 2, 5, 10, 20, 25, 20, 50, 100 tahun masing-masing 69,90 mm, 102,57 mm, 126,21 mm, 152,36 mm, 158,21 mm, 183,39 mm dan 209,99 mm. Curah hujan yang didapat tersebut dikalikan dengan koefisien limpasan pada DTA SP Cigadung sebesar 0,225 sehingga menjadi hujan efektif. Maka dengan menggunakan metode Haspers didapatkan debit aliran permu-

kaan SP Cigadung setiap periode ulangnya disajikan pada Tabel 4 di atas, dengan tambahan debit berupa debit aliran dasar (base flow) sebesar 1,84 m<sup>3</sup>/det yang terjadi pada Saluran Pembuang Cigadung tersebut sehingga didapatkan debit rencana SP Cigadung pada Tabel 4 tersebut.

Dengan menggunakan HECRAS 6.2 dan data DEMNAS dengan input berupa debit rencana tersebut, didapatkan profil Tinggi Muka Air (TMA) pada SP Cigadung dengan status keamanannya yang disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5: Rekap hasil simulasi Saluran Pembuang Cigadung akibat Debit Rencana**

<i>T</i>	Debit rencana (m <sup>3</sup> /dt)	TMA (cm)	Status Keamanan
2	10,71	1,16	Siaga
5	14,86	1,37	Awas
10	17,86	1,50	Awas
20	21,18	1,64	Awas
25	21,92	1,67	Awas
50	25,11	1,80	Awas
100	28,49	1,92	Awas



**Gambar 6: Perbandingan Hidrograf periode ulang 2 dan 10 tahun**

### Alternatif 1: Kolam Retensi

Salah satu alternatif pengendalian banjir di Kecamatan Pamanukan akibat limpasan Saluran Pembuang Cigadung dalam bentuk struktural adalah menerapkan kolam retensi, yang berfungsi untuk mengatur debit puncak banjir 10 tahunan menjadi lebih landai.

Metode analisa yang digunakan adalah Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu, didapatkan debit puncak banjir 10 tahunan yang dapat terjadi pada SP Cigadung sebesar 24,92 m<sup>3</sup>/det pada waktu 110 menit. Kolam retensi tersebut direncanakan dapat menurunkan debit puncak 10 tahunan menjadi 2 tahunan, maka besar debit air yang harus ditampung oleh kolam retensi adalah 10,30 m<sup>3</sup>/det selama waktu 100 menit atau dapat dilihat pada Gambar 6. Sehingga luas areal yang harus disiapkan dalam menampung debit retensi tersebut 1,54 ha dengan kedalaman kolam setinggi 4 m.

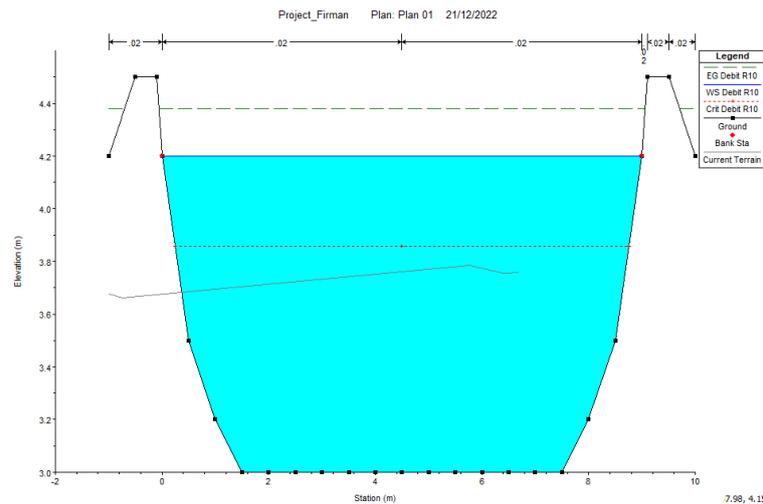
Dalam perencanaan kolam retensi, dibutuhkan pula tinggi jagaan yang harus disiapkan dalam menampung volume air yang dapat tertahan

pada kolam tersebut, sehingga dengan penambahan tinggi 1,50 m, dapat menampung volume air sebanyak 84965,61 m<sup>3</sup>.

### Alternatif 2: Pembangunan/Peninggian Tanggul Saluran dan Normalisasi

Selain penerapan kolam retensi, upaya struktural yang dapat dilakukan dalam pengendalian banjir di Kecamatan Pamanukan adalah dengan pembangunan/peninggian pada tanggul saluran atau dapat berupa kegiatan normalisasi. Dengan dilakukannya pembangunan/peninggian tanggul saluran sampai batas tanggul yang terbentuk setinggi 1,50 m, dapat menahan limpasan yang terjadi pada Saluran Pembuang Cigadung sampai debit rencana sebesar 17,86 m<sup>3</sup>/det atau dapat digambarkan pada Gambar 7.

Kegiatan normalisasi juga dapat dilakukan guna memperbesar kapasitas daya tampung saluran dalam menerima debit yang direncanakan. Dengan dilakukannya pengerukan/normalisasi pada dasar Saluran Pembuang Cigadung sedalam 0,50 m, berefektif menurunkan tinggi muka air banjir 10 tahunan sebesar 66,00%



**Gambar 7: Ilustrasi Pembangunan/Peninggian Tanggul Saluran**

menjadi muka air pada kondisi normal, meskipun tanpa adanya kegiatan pembangunan/peninggian pada tanggul saluran dengan catatan kegiatan normalisasi harus bersifat rutin dilakukan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa menunjukkan bahwa Sungai Cipunagara dapat meluap pada frekuensi periode ulangnya 2-5 tahunan, dengan status keamanannya termasuk “Siaga dan Awas” sesuai pengamatan *peil scale* di bawah Jembatan Pamanukan. Sementara Saluran Pembuang Cigadung dapat meluap pada frekuensi periode ulangnya 1-2 tahunan, dengan tinggi muka airnya setinggi 1,06-1,16 meter dari dasar saluran. Berdasarkan periode ulang terjadinya banjir di Kecamatan Pamanukan tersebut, maka pengendalian banjir pada Saluran Pembuang Cigadung memiliki keefektifan yang paling tinggi dalam mengendalikan banjir yang terjadi di Kecamatan Pamanukan setiap tahunnya. Alternatif yang dapat diterapkan dalam pengendalian banjir terhadap debit rencana

periode ulang 10 tahun pada Saluran Pembuang Cigadung, dapat berupa penerapan kolam retensi dengan luas 1,54 ha dengan kedalaman 4,00 meter dapat mereduksi banjir sebesar 58,58% selama 100 menit dengan total volume tampungan 61793,17 m<sup>3</sup>. Sementara dengan pembangunan/peninggian tanggul diperlukan ketinggian tanggul yang terbentuk minimal 1,50 meter untuk dapat menampung debit rencana tersebut.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Majdi, A. G. Kajian Pengendalian Sungai Cipunagara di Kabupaten Subang Provinsi Jawa Barat. Institut Teknologi Bandung. 2010.
- [2] Hadi & Saadaturrohman. Desain Penanggulangan Banjir Daerah Aliran Sungai Cigadung, Kabupaten Subang Provinsi Jawa Barat. Universitas Jenderal Achmad Yani. 2018.
- [3] Kabupaten Subang. Peraturan Bupati Subang Nomor 38 Tahun 2021 tentang Rencana Detail Tata Ruang Bagian Wilayah Perencanaan Kota Baru Patimban. Kabupaten Subang. 2021.
- [4] Komisi V DPR-RI. Laporan Kunjungan Kerja Spesifik Komisi V DPR RI dalam

- rangka Peninjauan Pembangunan Bendungan Sadawarna. Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia. 2021.
- [5] Prakoso, A. B. Perencanaan Kolam Retensi untuk Penanggulangan Banjir di Kecamatan Tembalang. Universitas Semarang. 2017.
- [6] Tetuko, F., & Wibowo, S. Perbaikan Tebing Sungai Luk Ulo di Dukuh Jetis Desa Kutosari Kecamatan Kebumen Kabupaten Kebumen. Universitas Diponegoro. 2007.
- [7] Kamiana, I. M. Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Graha Ilmu. 2011.
- [8] Sosrodarsono, S., & Takeda, K. Hidrologi untuk Pengairan. PT Pradnya Paramita. 2003.
- [9] Suripin. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Penerbit Andi. 2004.
- [10] Bedient, P. B., Huber, W. C., & Vieux, B. E. *Hydrology and Floodplain Analysis* (5 ed.). Pearson Education. 2013.
- [11] Vidyaningsih, B. R. Analisis Debit Banjir Sungai Padolo Kota Bima menggunakan Metode HSS Gama 1, HSS Limantara, HSS ITB 1, dan HSS ITB 2. Universitas Mataram. 2020.
- [12] Rahmawati, I. P., & Ardhiani, N. Sistem Pengendalian Banjir Sungai Sengkarang (Normalisasi Sungai). Universitas Diponegoro. 2008.