

DAMPAK KOLAM RETENSI SERI TERHADAP PUNCAK BANJIR DAERAH ALIRAN BATANG KURANJI

FEBRUARMAN¹, DARWIZAL DAOED^{1*}, ALDINO SYAHPUTRA²

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat

²PT. Tatamulia Nusantara Indah, Batam, Kepulauan Riau

*Corresponding Author : ✉ darwizaldoed@eng.unand.ac.id

Naskah diterima: 14 Maret 2024. Disetujui: 26 Mei 2024. Diterbitkan: 30 Juni 2024

ABSTRAK

Flooding is a natural phenomenon in the form of water inundating land and can cause harm to humans. Floods can be caused by high rainfall, limited riverbed capacity, and topography and drainage conditions. One of the rivers that causes flooding in the city of Padang is the Batang Kuranji (Kuranji River), especially in the downstream part. Therefore, an environmentally friendly flood control system is needed that can reduce flood peaks downstream, namely by creating several retention ponds. This research was conducted to examine the effect of serial retention ponds on reducing flood peaks in the middle section of Batang Kuranji. Retention ponds are placed on the left and right sides of the river on the section from the Gunung-Nago weir to the Kuranji Bridge on the Padang-Bypass road. The estimated flood discharge in the Gunung-Nago Sub-watershed is 547 m³/s for a 10-year return period with a watershed area of 124 km². The series retention pond simulation appears to be very effective in reducing peak flood discharge by 52% with a pond area of 0.8 million m³. Even though the return period is 100 years, the effectiveness percentage is 34%. Suggestions to stakeholders so that the pond can function properly require regular maintenance and dredging.

Kata kunci : Retention Pond-Series, Gunung-Nago watershed, Kuranji River

1. PENDAHULUAN

Banjir adalah fenomena alamiah yang sering terjadi dan dapat menimbulkan kerugian harta benda bahkan jiwa. Banjir dapat disebabkan oleh curah hujan tinggi, terbatasnya kapasitas palung sungai serta kondisi topografi dan drainase. Menurut Suripin (2003) banjir adalah suatu kondisi di mana air tidak tertampung dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya. Menurut Ligal (2008), banjir merupakan proses alami yang dapat menjadi bencana di mana dataran banjir dan daerah tangkapan air ditempati dan dibangun oleh manusia. Pertumbuhan penduduk yang cukup pesat dan pengelolaan

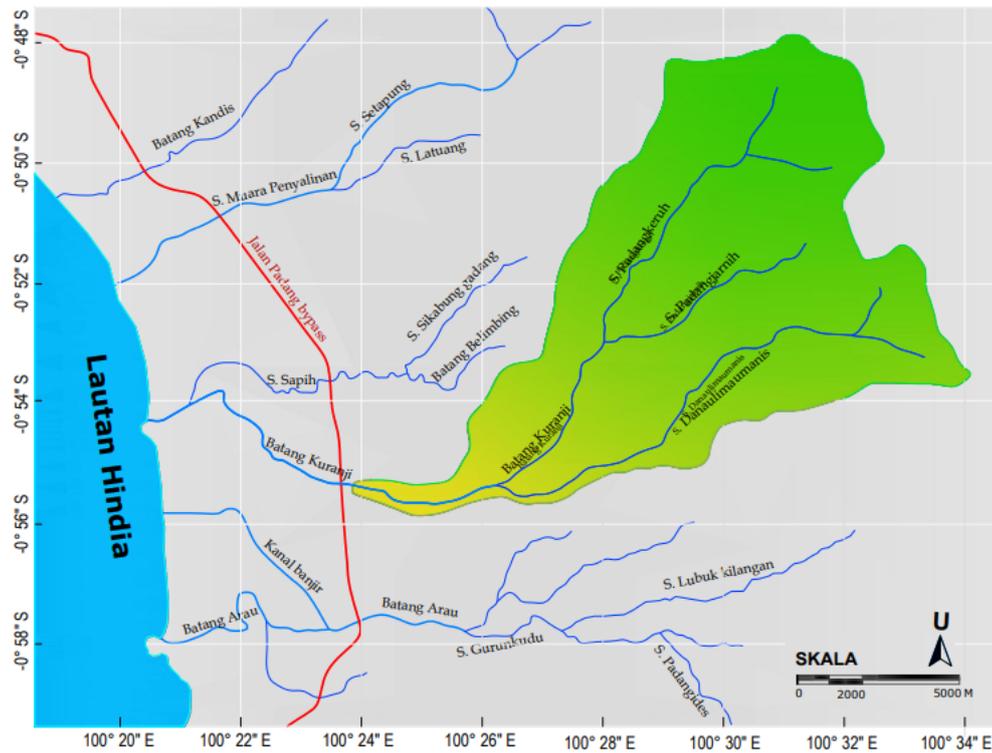
sumber daya alam telah berubah dan menyebabkan risiko banjir. Disamping debit aliran yang tinggi, banjir ini juga terjadi karena adanya pembangunan pemukiman yang berada di daerah bantaran sungai yang elevasinya dibawah dari elevasi muka air di sungai yang secara umum merupakan dinamika perkembangan perkotaan seperti pertumbuhan penduduk dan perubahan penggunaan lahan (Eldi, 2020). Banjir juga dapat disebabkan karena terbatasnya dimensi penampang sungai dan adanya penyempitan pada lokasi tertentu seperti pada Batang Mahat Kabupaten Lima Puluh Kota (Junaidi, dkk., 2023).

Salah satu aliran sungai yang sering menyebabkan terjadinya banjir di kota Padang adalah Batang Kuranji terutama di bagian hilir. Tingkat kerentanan rawan banjir Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Kuranji dengan tingkat klasifikasi rentan/rawan seluas 166,25 Ha atau 0,80% dimana daerah yang mengalami kerentanan rawan berada pada hilir DAS Batang Kuranji (Hidayatullah, dkk., 2023). Sehubungan dengan perubahan penutupan lahan menunjukkan adanya perluasan kawasan hutan, luas pemukiman dan sawah masing-masing 283,92 Ha, 35,06 Ha, dan 27 Ha. Penurunan luas campuran pertanian lahan kering, semak belukar dan kebun masing-masing 93,68 Ha, 277,43 Ha, dan 190,95 Ha. (Putera, dkk., 2019).

Oleh karena itu, diperlukan sistem pengendalian banjir yang ramah lingkungan yang dapat mengurangi puncak banjir sampai ke bagian hilir Batang Kuranji, yaitu dengan membuat kolam retensi. Kolam retensi dapat dijadikan sebagai salah satu solusi untuk mengatasi fenomena banjir dengan cara menampung air limpasan permukaan sebelum mengalir ke bagian hilir. Seperti halnya di Sungai Nadi, Fiji penanganan banjir direncanakan secara komprehensif yang terdiri dari bendungan, perbaikan sungai, kolam retensi dan tanggul banjir (MARMDNDM, 2016).

Selanjutnya lokasi penelitian adalah pada Sub-DAS Gunung Nago seperti pada **Gambar 1**.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan besarnya debit banjir, lokasi dan dimensi kolam retensi, serta nilai efektifitas kolam retensi terhadap volume debit puncak untuk berbagai kala ulang pada Sub-DAS Gunung Nago.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Sub-DAS Gunung Nago

2. METODA PENELITIAN

Tahapan pertama yang dilakukan adalah menetapkan lokasi penelitian yaitu Sub-DAS Gunung Nago, Batang Kuranji. Tahapan kedua mengumpulkan data sekunder yaitu data curah hujan pada Sta. CH Gunung Nago dan Sta. CH Batu Busuk yang keduanya berada dalam DAS Batang Kuranji. Tahap ketiga adalah melakukan analisis data curah hujan harian maksimum untuk mendapatkan curah hujan rencana berbagai kala ulang. Tahapan keempat adalah menggambarkan Peta raster (*Base Map*) Sub-DAS Gunung Nago yang diperoleh dari citra Satelit *Google Earth* 2023. Peta raster ini dapat digunakan sebagai dasar pembuatan peta tata guna lahan dari Sub-DAS Gunung Nago. Peta tata guna lahan diperlukan untuk menentukan koefisien pengaliran rata-rata DAS. Tahapan kelima menghitung debit banjir rencana untuk berbagai kala ulang. Tahap keenam memilih lokasi kolam retensi yang memungkinkan terutama lahan yang masih kosong disekitar sungai. Lokasi yang dipilih adalah ruas sungai antara jembatan Padang bypass dan bendung Irigasi Gunung Nago. Tahapan ketujuh menentukan dimensi kolam retensi yaitu luas dan kedalaman sehingga bisa dihitung volume total. Selanjutnya ditentukan debit puncak yang dapat direduksi kolam retensi serta menentukan efektifitasnya,

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Curah Hujan Rencana

Data curah hujan didapatkan dari Dinas Sumber Daya Air dan Bina Konstruksi Provinsi Sumatera Barat. Stasiun curah hujan yang akan digunakan adalah Sta.CH Batu Busuk dan

Sta. CH Gunung Nago yang berada di dalam DAS Batang Kuranji. Setelah itu, data yang didapat diolah untuk mendapatkan nilai curah hujan harian maksimum rata-rata.

Tabel 1. Data Curah Hujan 10 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Sta. CH Batu Busuk (mm)	Sta. CH Gunung Nago (mm)	Curah Hujan Maks. rata-rata (mm)
1	2012	145	140	142,5
2	2013	169	191	180
3	2014	133	139	136
4	2015	191	231	211
5	2016	199	182	190,5
6	2017	158	241	199,5
7	2018	142	146	144
8	2019	140	126	133
9	2020	202	231	216,5
10	2021	189	261	225

Setelah mendapatkan data curah hujan maksimum, diperlukan perhitungan parameter statistik. Dari data pada **Tabel 1.** diperoleh nilai parameter statistik meliputi: $X_{rata2} = 177,8$ mm, $S = 35,9$ mm, $C_k = 1,119$, $C_s = -0,101$ dan $C_v = 0,201$. Nilai parameter statistik ini hanya dipenuhi distribusi Log Person III berdasarkan syarat-syarat distribusi (Triatmojo, 2009). Parameter statistik untuk distribusi Log Person III: $X_{rata2} = 2,242$, $S = 0,090$, $C_k = 1,097$, $C_s = -0,220$, dan selanjutnya dari parameter statistik ini dapat diketahui curah hujan rencana untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun seperti pada **Tabel 2.**

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Kala Ulang (Tahun)	Kt	Log Xtr	Xtr (mm)
2	0,0364	2,244941	176
5	0,8506	2,318323	208
10	1,2554	2,354807	226
25	1,6726	2,392409	247
50	1,9340	2,415968	261
100	2,1632	2,436626	273

3.2. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah suatu nilai yang menunjukkan tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan persamaan Mononobe yaitu:

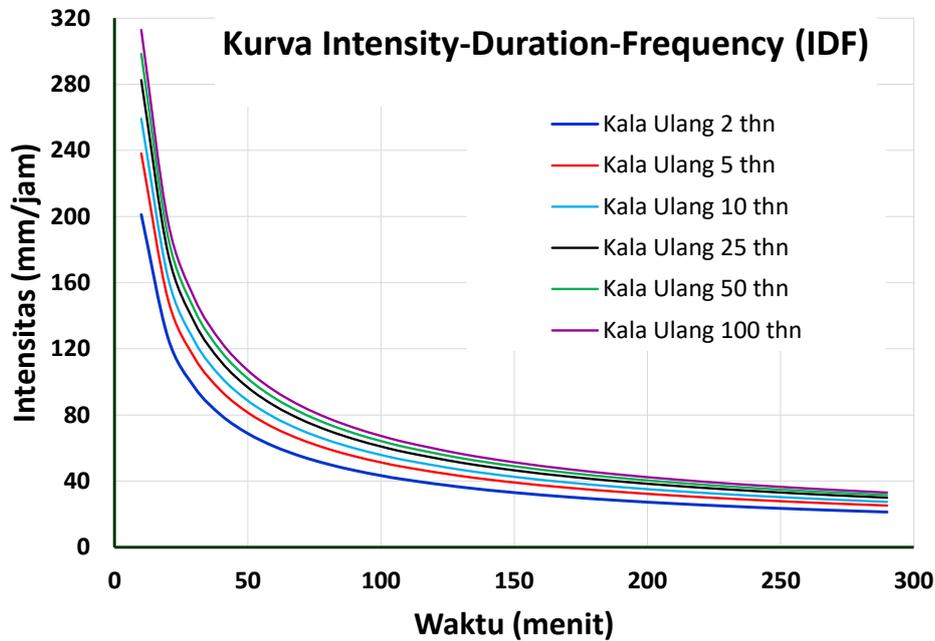
$$I_T = \frac{X_T}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (1)$$

X_T = hujan rencana untuk berbagai kala ulang (mm)

t = lama waktu hujan (jam), untuk satuan dalam menit, t dikalikan 60

I_T = intensitas hujan untuk berbagai kala ulang (mm/jam)

Dengan menggunakan persamaan (1), bisa dihitung nilai intensitas curah hujan (I_T) untuk berbagai nilai waktu (t) setiap kala ulang. Hubungan antara Intensitas curah hujan terhadap waktu dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Kurva IDF

Jika lama hujan menyamai atau lebih dari waktu konsentrasi, maka debit puncak akan tercapai, sehingga dapat dihitung dengan persamaan Mononobe. Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik hulu atau titik yang paling jauh pada daerah aliran menuju titik *outlet* yang dalam penelitian ini posisinya pada Jembatan Padang Bypass. Perhitungan waktu konsentrasi menggunakan Metoda Kirpich. seperti berikut:

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad (\text{jam}) \quad (2)$$

Berdasarkan peta Sub-DAS Gunung Nago, Panjang Sungai (L) = 22,18 Km, beda tinggi (ΔH) = 1568 m. Kemiringan sungai, $S = 1568/22180 = 0,0707$.

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times 22,18}{1000 \times 0,0707} \right)^{0,385} = 2,00029 \approx 2 \text{ (jam)}$$

Jadi waktu konsentrasi sebesar 2 jam atau 120 menit. Setelah didapatkan waktu konsentrasi maka dapat kita hitung intensitas curah hujan pada beberapa kala ulang.

Tabel 3. Intensitas Curah Hujan

Period Ulang	Intensitas Hujan (mm/jam)
2	38,54
5	45,63
10	49,63
25	54,12
50	57,14
100	59,92

3.3. Debit Banjir

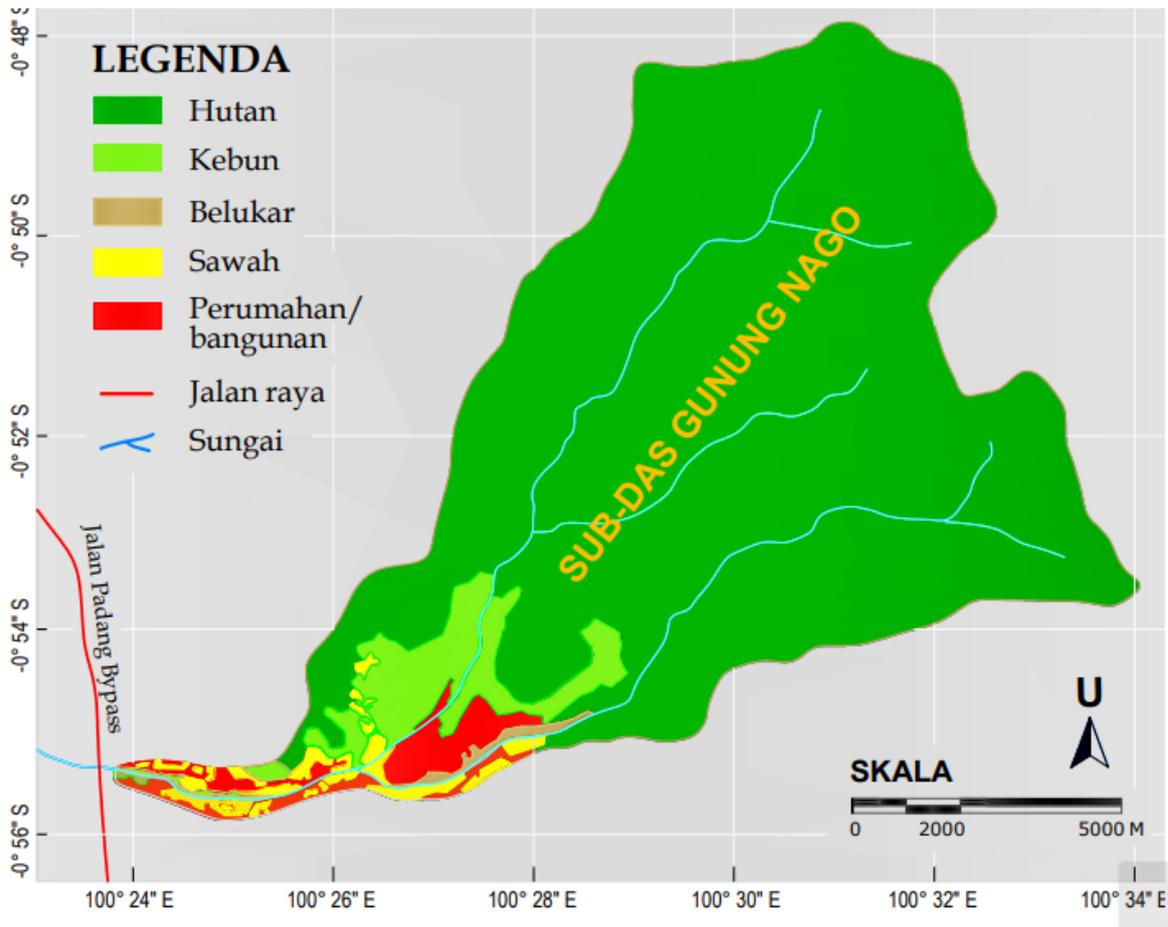
Perhitungan debit banjir rencana dapat menggunakan rumus Rasional Mononobe seperti berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (\text{m}^3/\text{dt}) \quad (3)$$

di mana:

- Q = debit banjir rencana ($\text{m}^3 \text{ dt}$)
- C = koefisien limpasan DAS
- I = intensitas curah hujan (mm.jam)
- A = luas Sub-DAS (km^2).

Koefisien limpasan (*run off*) merupakan nilai yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan yang terjadi dibandingkan dengan besarnya curah hujan yang jatuh pada DAS. Koefisien limpasan akan mempengaruhi nilai debit rencana dan nilainya bergantung pada tata guna lahan yang dialiri oleh air. Sub-DAS Gunung Nago dengan luas wilayah tangkapan hujan sebesar 124 km^2 memiliki fungsi tata guna lahan yang terdiri dari hutan, kebun, semak belukar, sawah dan perumahan. bangunan. Tata guna lahan pada Sub-DAS Gunung Nago dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Penggunaan Lahan Sub-DAS Gunung Nago

Setelah mendapatkan jenis-jenis penggunaan lahan pada Sub-DAS Gunung Nago serta dengan menggunakan nilai koefisien limpasan menurut McGuen (1989) dalam Suripin (2002), maka dapat dilakukan perhitungan nilai koefisien limpasan komposit yaitu koefisien rata-rata DAS. Koefisien limpasan komposit ini dihitung dengan persamaan:

$$C = \frac{\sum_1^n C_i \times A_i}{\sum_1^n A_i} \quad (4)$$

Dengan menggunakan persamaan (4), koefisien limpasan komposit seperti (**Tabel 4.**)

Tabel 4. Nilai Koefisien Limpasan Komposit

Tata Guna Lahan	Luas (km ²)	C	C x A
Perumahan/bangunan	4,37	0,7	3,06
Perkebunan	7,12	0,4	2,85
Persawahan	2,44	0,4	0,98
Belukar	0,78	0,3	0,23
Hutan dan Perbukitan	109,29	0,3	32,79
Luas DAS	123,95	Σ	39,91
C Sub-DAS = 39,91/124 = 0,32			

Berdasarkan nilai intensitas curah hujan (**Tabel 3**), koefisien limpasan komposit sebesar 0,32 (**Tabel 4**) dan luas Sub-DAS Gunung Nago sebesar 124 km², maka dengan menggunakan persamaan (3) diperoleh nilai debit banjir rencana. Untuk kala ulang 2 tahun debit banjir rencana, $Q_2 = 0,278 \times 0,32 \times 38,54 \times 124 = 425 \text{ m}^3/\text{dt}$. Dengan cara yang sama besarnya debit banjir rencana untuk semua kala ulang dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Debit Banjir Rencana

Kala Ulang	Faktor pengali	Koefisien Limpasan	Intensitas Hujan (mm/jam)	Luas DAS (km ²)	Debit (m ³ /det)
2	0,278	0,32	38,54	124	425
5	0,278	0,32	45,63	124	503
10	0,278	0,32	49,63	124	547
25	0,278	0,32	54,12	124	597
50	0,278	0,32	57,14	124	630
100	0,278	0,32	59,92	124	661

3.4. Penentuan Letak dan Dimensi Kolam Retensi

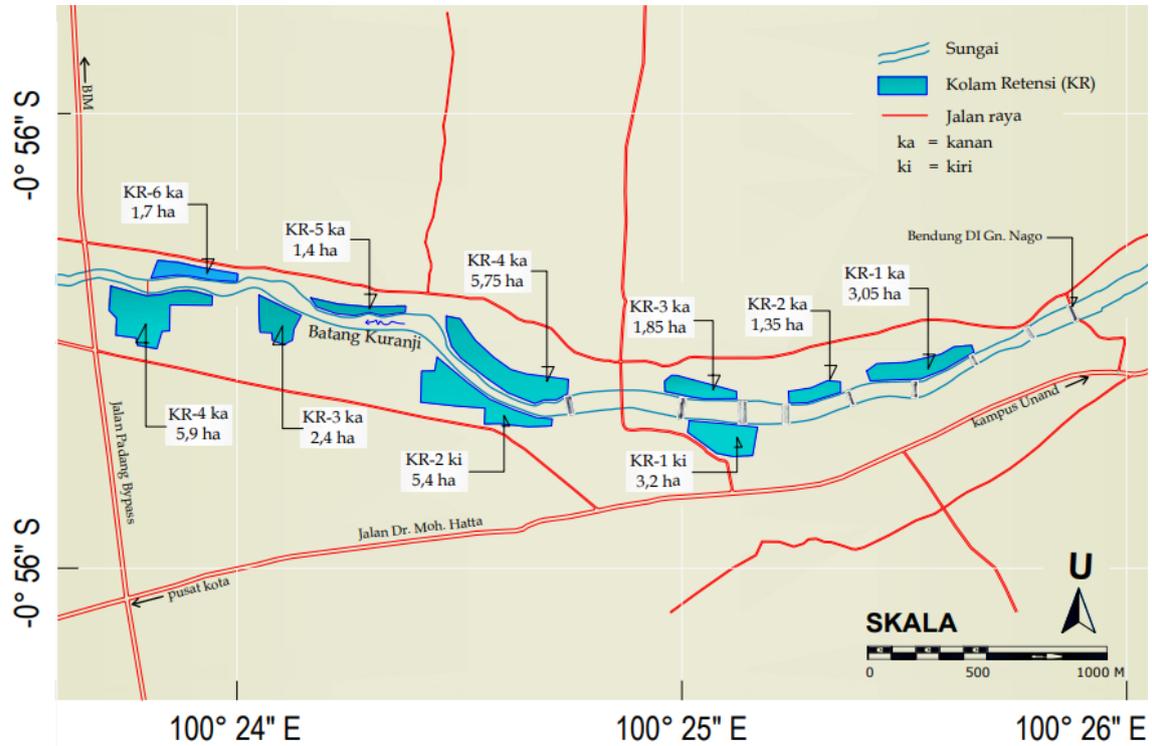
Berbagai upaya pengendalian banjir telah dilakukan pada ruas tengah Batang Kuranji. Salah satunya adalah membangun *check dam*. Hasil simulasi tiga lokasi *check dam* dengan menggunakan *software* HEC-RAS menunjukkan penurunan debit sedimen sangat efektif (Daoed, dkk., 2023). Hasil simulasi yang telah dilakukan di Sungai Odaw, Ghana dengan skenario kolam retensi menunjukkan pelemahan aliran puncak yang teramati di bagian hilir sebesar 8,1 % (120,5 m³ /s), 8,4 % (111,4 m³ /s), 9,1 % (96,7 m³ /s), 13,6 % (76,7 m³ /s) dan 13,2 % (51,5 m³ /s) masing-masing untuk kala ulang yang berbeda. Volume banjir yang mencapai bagian hilir DAS berkurang masing-masing sebesar 2,3%, 2,5%, 2,7%, 3,0% dan 3,8% karena adanya kolam retensi (Acheampong dkk.,2023).

Kolam retensi yang akan direncanakan di ruas tengah Batang Kuranji adalah tipe kolam retensi samping badan sungai yang posisinya seri di kiri dan di kanan sungai dengan berbagai variasi dimensi karena harus disesuaikan dengan kondisi lahan di lokasi. Disamping itu di ruas tengah ini juga telah dibangun beberapa *check dam*, sehingga lebih memudahkan untuk mengatur elevasi *inlet* dari setiap kolam retensi dengan melakukan beberapa penyesuaian dilapangan. Jadi pada bagian hulu bangunan *check dam* dapat ditempatkan inlet kolam retensi, dan outlet bisa dialirkan ke bagian hilirnya. Tata letak dan ukuran masing-masing kolam retensi yang direncanakan pada ruas tengah Batang Kuranji ditunjukkan pada **Gambar 4**.

Bagian-bagian yang terdapat dalam kolam retensi tipe ini berupa bangunan *inlet*, bangunan pelimpah samping, pintu *outlet*, ambang rendah di depan pintu *outlet*, jalan akses menuju kolam retensi, saringan sampah dan kolam penangkap sedimen. Disamping itu keuntungan dari kolam retensi yang terletak di samping badan sungai ini yaitu tidak mengganggu sistem aliran yang sudah ada serta mudah dalam pelaksanaan dan pemeliharannya.

Kedalaman setiap kolam retensi direncanakan sebesar 2,5 meter, sedemikian rupa air dapat dibuang secara gravitasi dari pintu *outlet*. Hal ini memungkinkan untuk enam *stage* kolam retensi bagian kanan sungai, karena beda elevasi hilir (jembatan Padang Bypass) dan elevasi hulu (bendung Gunung Nago) cukup besar yaitu ± 68 meter. Dengan data luas

dan kedalaman setiap kolam retensi sebesar 2,5 meter tersebut, maka volume tampungan kolam retensi seri dapat ditentukan seperti ditunjukkan pada **Tabel 6**.



Gambar 4. Lay Out Kolam Retensi Ruas Tengah Batang Kuranji

Tabel 6. Kapasitas Tampungan Kolam Retensi

No.	Kolam retensi	Luas (m ²)	Kedalaman (m)	Volume (m ³)
1	KR-1 ka	30500	2,5	76250
2	KR-2 ka	13500	2,5	33750
3	KR-3 ka	18500	2,5	46250
4	KR-4 ka	57500	2,5	143750
5	KR-5 ka	14000	2,5	35000
6	KR-6 ka	17000	2,5	42500
7	KR-1 ki	32000	2,5	80000
8	KR-2 ki	54000	2,5	135000
9	KR-3 ki	24000	2,5	60000
10	KR-4 ki	59000	2,5	147500
	Jumlah	320000		800000

Selanjutnya volume kumulatif aliran sungai untuk Q_2 saat waktu konsentrasi seperti pada **Tabel 7**. Disini terlihat (kolom 2) adanya peningkatan debit aliran sampai tercapainya waktu konsentrasi, debit aliran akan sama dengan Q_2 .

Tabel 7. Volume Kumulatif Aliran untuk Q₂

Kumulatif Waktu (menit)	Aliran Masuk (m ³ /dt)	Rata ² Aliran Masuk (m ³ /dt)	Volume (m ³)	Kumulatif Volume (m ³)
0	0	0	0	0
10	35	18	10625	10625
20	71	53	31875	42500
30	106	89	53125	95625
40	142	124	74375	170000
50	177	159	95625	265625
60	213	195	116875	382500
70	248	230	138125	520625
80	283	266	159375	680000
90	319	301	180625	860625
100	354	336	201875	1062500
110	390	372	223125	1285625
120	425	407	244375	1530000

Dengan cara yang sama seperti pada **Tabel 7**, maka volume kumulatif aliran untuk Q₅, Q₁₀, Q₂₅, Q₅₀ dan Q₁₀₀ masing-masing 1811316 m³, 1970099 m³, 2148333 m³, 2268016 m³, dan 2378370 m³. Dengan mengetahui kapasitas kolam retensi dan volume kumulatif aliran saat debit puncak, maka efektifitas kolam retensi dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (4)

$$\text{Efektifitas} = \frac{\text{Kapasitas Kolam Retensi}}{\text{Volume Kumulatif Banjir}} \times 100\% \quad (4)$$

Dengan menggunakan persamaan (4), maka diperoleh nilai efektifitas kolam retensi terhadap volume aliran untuk setiap kala ulang (**Tabel 8**).

Tabel 8. Efektifitas Kolam Retensi Terhadap Volume Aliran

Kala Ulang	Kapasitas Kolam Retensi (m ³)	Volume Kumulatif Aliran (m ³)	Efektifitas Kolam Retensi (%)
2	800000	1530000	52
5	800000	1811316	44
10	800000	1970099	41
25	800000	2148333	37
50	800000	2268016	35
100	800000	2378370	34

Sedangkan Widi (2019) merencanakan kolam retensi di Batang Kuranji dengan debit kala ulang 10 tahun sebesar 540,18 m³/dt, luas kolam retensi 141540,8 m² dan kedalaman 2 meter, maka diperoleh efektifitas kolam retensi sebesar 7.08% dari volume kumulatif debit puncak.

Besarnya penurunan debit yang melewati *outlet* Sub-DAS Gunung Nago tergantung dari desain *inlet* dari setiap kolam retensi yang meliputi kapasitas pintu dan elevasinya yang memungkinkan sejumlah debit pada kondisi muka air tinggi dapat mengalir dengan baik memasuki setiap kolam retensi.

4. KESIMPULAN

Debit yang mengalir pada *outlet* Sub-DAS Gunung Nago untuk kala ulang 2 tahun, Q_2 adalah sebesar $425 \text{ m}^3/\text{dt}$ sampai dengan kala ulang 100 tahun, Q_{100} sebesar $661 \text{ m}^3/\text{dt}$, Kapasitas kolam retensi seri pada ruas tengah Batang Kuranji sebesar 0,8 juta m^3 . Efektifitas kolam retensi seri terhadap volume kumulatif aliran adalah sebesar 52% untuk kala ulang 2 tahun sampai sebesar 34% untuk kala ulang 100 tahun. Detail penurunan debit aliran dipengaruhi oleh dimensi, elevasi dan cara pengaturan aliran pada *inlet* untuk masing-masing kolam retensi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dinas Sumber Daya Air dan Bina Konstruksi Provinsi Sumatera Barat yang telah membantu untuk mendapatkan data Curah Hujan serta Masyarakat di lokasi penelitian yang telah memberikan informasi tentang kejadian banjir pada Batang Kuranji.

DAFTAR PUSTAKA

- Acheampong, J. N., Gyamfi, C., & Arthur, E. (2023). Impacts of retention basins on downstream flood peak attenuation in the Odaw river basin, Ghana. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 47, 101364. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2023.101364>
- Eldi, E. (2020). Analisis Penyebab Banjir di DKI Jakarta. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(6), 1057-1064.
- Daoed, D., Zarinda, S. W., & Irawan, B. B. (2023). The effect of channel geometry and check dam location on sediment transport discharge in the Kuranji River. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 464, p. 01003). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346401003>
- Hidayatullah, S., Daoed, D., Nurhamidah, N., & Nifen, S. Y. (2023). Analisis Kerentanan dan Rawan Banjir DAS Batang Kuranji Kota Padang. *CIVED*, 10(1), 110-117. doi.org/10.24036/cived.v10i1.122344
- Junaidi, J., Daoed, D., & Syandriaji, D. (2023). Study on The Causes of Flooding in Batang Mahat, Lima Puluh Kota Regency, West Sumatera. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 7(2), 142-159. <https://doi.org/10.55043/jaast.v7i2.161>
- Ligal, S. (2008). Pendekatan Pencegahan dan Penanggulangan Banjir. *Jurnal. Dinamika Teknik Sipil*, 8(2), 2
- MARMDNDM, 2016, *The Project for the Planning of the Nadi River Flood Control Structures, Vol II (Main report) Part II (Feasibility study)*, Ministry of Agriculture, Rural and Maritime Development and National Disaster Management, Republic of Fiji, 65p
- Putera, R., Junaidi, J., & Junaidi, A. (2019). Analysis of land cover changing and vegetation index at Kuranji Watershed in Padang, West Sumatera, Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 4(4), 286-290. doi:10.25299/jgeet.2019.4.4.4101
- Suripin. 2002. Pelestarian Sumber Daya Air Dan Tanah. Yogyakarta: Andi
- Suripin (2003). Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan, Andi Offset Yogyakarta
- Triatmodjo, B. (2009). Hidrogeologi Terapan. Beta Offset, Yogyakarta.
- Widi, H. (2019). *Perencanaan Kolam Retensi Sebagai Upaya Mitigasi Banjir Daerah Aliran Sungai Di Daerah Hilir Batang Kuranji*. Tugas Akhir S1 Teknik Sipil, Universitas Andalas). <http://scholar.unand.ac.id/id/eprint/51502>