

PENENTUAN ALTERNATIF PENANGANAN BANJIR BERBASIS *HEC-RAS* DI DESA BOJEN KABUPATEN PANDEGLANG PROVINSI BANTEN

Isvan Taufik¹, Didik Purwanto², Mochamad Wary Wardhana³, Resti Meliana Sari⁴, dan Ana Nurganah Ch⁵

^{1,2,3,4}Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Banten

Kawasan Pusat Pemerintahan Provinsi Banten (KP3B), Jalan Syekh Nawawi Al Bantani, Palima Serang, Banten 42171

⁵Teknik Sumber Daya Air, Institut Teknologi Bandung Jl.Raya Jatinangor Km 20,75. Sumedang, Jawa Barat

Email: isvantaufik@bantenprov.go.id

Email: didik.purwanto@bantenprov.go.id

Email: mochamad.warywardhana@bantenprov.go.id

Email: restimeliana@bantenprov.go.id

Email: ananurganah.an@gmail.com

ABSTRAK

Banjir yang terjadi di kawasan Desa Bojen adalah peristiwa alam yang sering terjadi dalam jangka waktu yang cukup lama dan menimbulkan dampak kerugian bagi masyarakat. Curah Hujan yang tinggi dan longsor yang terjadi di sungai menjadi penyebab utama banjir yang perlu ditangani. Penanganan banjir secara menyeluruh dari hulu ke hilir sungai diperlukan untuk meminimalisir limpasan banjir di wilayah Kawasan Bojen. Tujuan dari kajian ini adalah mencari alternatif penanganan banjir yang sering terjadi di Desa Bojen Kecamatan Sobang Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten. Pemodelan genangan banjir dilakukan dengan menggunakan simulasi model *HEC-RAS* ID dan 2D dengan menggunakan debit banjir kala ulang 25 Tahun dari metode HSS SCS. DAS. Sungai yang dimodelkan dalam DAS Cilatak ini adalah Sungai Cilatak, Sungai Cikada dan Sungai Cikalen Leutik. Hasil pemodelan dari rencana normalisasi dan pelebaran Sungai, area genangan turun menjadi 454,56 Ha atau turun 39% sedangkan rencana pembangunan *long storage* dengan lebar 10 m dan kedalaman 2,5 m dengan total volume *long storage* adalah 544.689 m³, area genangan tereduksi menjadi 360,26 Ha atau tereduksi 52% dari kondisi eksisting Q25. Adapun kesimpulan alternatif yang paling efektif dalam menanggulangi limpasan banjir pada masing-masing sungai yaitu : 1) Sungai Cilatak melalui alternatif 4 yaitu normalisasi dasar saluran, pelebaran saluran, tampungan dan peninggian tanggul menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu tidak terjadi banjir, di tengah ketinggian limpasan maksimum 0,48 m dan di hilir tidak banjir; 2) Sungai Cikada melalui alternatif 3 yaitu normalisasi dasar saluran, pelebaran saluran dan pembuatan kolam tampungan menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu terjadi banjir dengan ketinggian limpasan maksimum 0,38m, di tengah ketinggian limpasan maksimum 0,4 m dan sedangkan di hilir sudah tidak ada banjir; dan 3) Sungai Cikalen Leutik melalui alternatif 3 yaitu normalisasi dasar saluran, pelebaran saluran dan pembuatan kolam tampungan menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu tidak terjadi banjir, di tengah tidak terjadi banjir dan sedangkan di hilir ketinggian banjir maksimumnya adalah 0,1 m.

Kata kunci: Desa Bojen, Banjir, Penanganan Banjir, DAS Cilatak, *HEC-RAS*.

1. PENDAHULUAN

Banjir adalah salah satu bencana alam yang paling umum di dunia, termasuk di Indonesia (Hatta et al., 2021). Banjir biasanya menyebabkan kerusakan yang tidak terkendali, terutama di wilayah yang sistem drainasenya tidak memadai (Makbul et al., 2023). Terjadinya banjir dapat menyebabkan kerusakan masif, kehilangan nyawa, kerusakan infrastruktur, hingga ketidak stabilan perekonomian negara (Lakawa, dkk (2020). Selain itu, genangan air akibat banjir dapat menyebabkan penyakit menular dikarenakan mengandung mikroorganisme yang menyebabkan penyakit dari kotoran seperti sampah ataupun limbah domestik (Malika et al., 2021).

Di Indonesia sendiri, menurut data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana Tahun 2023, banjir merupakan bencana alam yang paling sering terjadi sejak tahun 2009 hingga bulan Juli 2023, yaitu sebanyak 11.679 kejadian. Desa Bojen, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang merupakan salah satu kawasan yang sering banjir. Pada Tahun 2019, terdapat 300 rumah, terendam banjir (radarbanten.co.id, 2019). Pada Tahun

2022 juga terjadi banjir, dimana penyebab banjir di wilayah ini tidak hanya karena curah hujan yang tinggi namun juga adanya saluran drainase yang tersumbat (tangerangonline.id, 2022). Selain itu, di wilayah ini juga terdapat masalah konservasi dan pengendalian daya rusak air, salah satunya banjir yang disebabkan kondisi DAS Cilatak.

Hingga saat ini belum ada penanganan banjir secara menyeluruh dari hulu ke hilir sungai untuk meminimalisir limpasan banjir. Beberapa kesalahan pengelolaan di wilayah hulu yang menyebabkan banjir dan longsor dikarenakan rendahnya kapasitas permukaan tanah menyerap air hujan (Wiganti et al., 2017).

Dalam mengupayakan sistem penanganan banjir di wilayah ini perlu diketahui dan dicari akar permasalahan yang ada dengan mengidentifikasi kondisi fisik, ekologis, sosial ekonomi maupun kelembagaan. Adapun metode yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan software digital khusus hidrologi HEC-GeoRAS (*Hydrological Engineering Centre-Geografis River Analysis System*). Software tersebut adalah bagian *tools* dari ArcGIS (Architecture Geographic Information System) yang didesain untuk pengolahan data geospasial dan digunakan bersama dengan HEC-RAS (Hydrological Engineering Centre-River Analysis System) (Makasahe et al., 2020). HEC-RAS merupakan model hidrolika yang efisien dalam penggunaan dan cepat dalam perhitungannya (Sholikha et al., 2022).

Pada penelitian ini, akan mengkaji beberapa alternatif penanganan banjir di Desa Bojen, Kecamatan Sobang, Kabupaten Pandeglang. Hal ini bertujuan untuk membantu mengidentifikasi jalur aliran air banjir, genangan air, serta kemampuan sistem drainase dalam menangani limpasan air hujan.

Adapun literatur penelitian yang ada saat ini masih terbatas dalam mengembangkan model penanganan banjir yang efektif. Penelitian ini akan memberikan inovasi baru dalam menemukan alternatif penanganan banjir dengan mengembangkan model berbasis HEC-RAS. Beberapa penelitian terdahulu tentang banjir diantaranya penelitian Wigati, Restu Maddeppungeng, Andi Pratiwi, Bella Dwi (2017); Ariwibowo, Mohammad Lutfi Suripin, S Atmojo, Pranoto Samto La Ode Munawal Akbar Idati (2018); dan La Ode Muhamad Magribi & Lakawa, Irwan (2020). Namun, hanya sedikit studi yang secara khusus membahas penanganan banjir terutama dengan model berbasis HEC-RAS diantaranya penelitian Wijayanto, Muhammad Ramadhani Helda, Noordiah (2022). Oleh karena itu, penelitian untuk menemukan alternatif penanganan banjir menggunakan pemodelan HEC-RAS ini sangat dibutuhkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi Studi

DAS Cilatak berada di dalam Wilayah Sungai (WS) Ciliman – Cibungur, dengan Luas DAS sekitar 53,04 km² atau sekitar 5.304 Ha, terletak di Provinsi Banten, Kabupaten Pandeglang. Elevasi maksimum DAS Cilatak adalah 108,7 m dpl dan elevasi minimum 0 m dpl di atas permukaan laut dengan range 108,7 m. Luas DAS Cilatak adalah 53,68 km², dengan panjang sungai utama 24,42 km, panjang langsung sungai 14,12 km dan panjang sungai keseluruhan 63,60 km. DAS Cilatak memiliki panjang DAS kurang lebih 16,77 km dan lebar rata-rata 3,16 km, indeks kerapatan sungai DAS Cilatak adalah 1,197 km/km² dan masuk ke dalam kategori indeks kerapatan sungai sedang. Secara administrasi DAS Cilatak dapat dilihat pada Gambar 1.

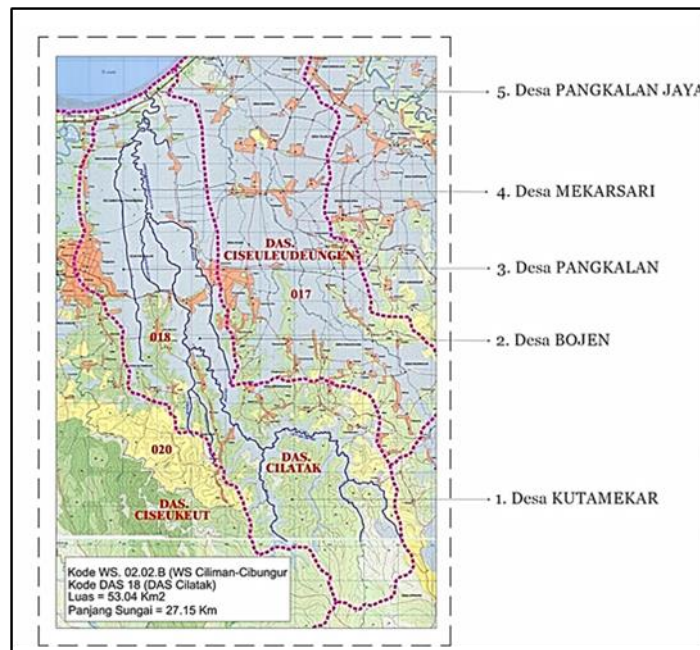
2.2 Metode

Dalam melakukan suatu pemodelan hidrolis, DEM adalah data primer yang digunakan untuk memodelkan geometri sungai (garis tengah sungai, garis tepian, jalur aliran dan penampang) dan pola drainase.

2.2.1 Pra-Pemrosesan dan Derivasi Geometri Sungai

Selama pra-pemrosesan, DEM dimasukkan ke dalam area studi, diproyeksikan ke Universal Transverse Mercator (UTM) dan diisi dengan menggunakan alat hidrologi di peta Arc. DEM yang telah diproses sebelumnya memungkinkan menghasilkan akumulasi aliran untuk mengidentifikasi pola drainase di dalam wilayah dan selanjutnya urutan aliran yang memungkinkan pengklasifikasian aliran ke dalam hierarki berdasarkan kapasitas aliran hidroliknya (Adeniran et al., 2018). Geometri sungai (garis tengah, tepian sungai, jalur aliran, dan penampang daerah dataran banjir) diturunkan di HEC-GeoRAS dengan mendigitalkannya di DEM. Garis penampang adalah masukan terpenting ke dalam HEC-RAS profil tanah untuk menghitung aliran saluran (Shivapur, 2017). Selain itu, perpotongan garis tengah dan jalur aliran beserta penampangnya digunakan untuk menghitung atribut HECRAS seperti bank station (lokasi yang memisahkan saluran utama dari dataran banjir) dan panjang jangkauan hilir yang merupakan jarak antar saluran melintang. Variabel geometrik ini penting untuk pemodelan hidrolis. Sementara itu, sebelum memuat DEM grid raster, dikonversi ke TIN, format data vektor dari data medan (Adeniran et al., 2018). Tidak seperti DEM raster, TIN tersedia dalam bentuk permukaan grid, bukan titik. Selain menyimpan ketinggian titik, TIN juga mencatat posisi

planimetri yang diperlukan dalam HEC-RAS untuk referensi geografis suatu penampang (Riaz et al., 2022; Yari et al., 2019).



Gambar 1. Lokasi Studi DAS Cilatak

2.2.2 Pemodelan Hidraulik

Untuk memodelkan aliran hidrolis, lapisan data yang dibuat di HEC-GeoRAS diimpor ke HEC-RAS. Dalam editor geometri HEC-RAS, lapisan data yang diimpor diperiksa untuk memastikan lapisan tersebut mewakili sungai dengan benar. Untuk simulasi yang andal dan penurunan ketinggian air banjir maksimum, nilai Koefisien Manning sebesar 0,04, 0,045, dan 0,04 diadopsi masing-masing untuk tepian kiri (LOB), saluran, dan tepian kanan (ROB) (Adeniran et al., 2018). Hal ini untuk mengakomodasi perubahan parameter geomorfologi sungai, geometrik, dan hidrolis saluran karena bervariasi sepanjang sungai (Ali, 2018). Dalam penelitian ini, kami memanfaatkan aliran data yang diperoleh dari Adeniran et al. (2018) untuk mendapatkan simulasi aliran tunak maka data aliran pada lokasi hulu masing-masing sungai, anak sungai dan simpang dijadikan masukan untuk ketiga profil tersebut. Kedalaman normal sebesar 0,001 (Shahriparsa et al., 2013) ditetapkan di lokasi hilir setiap sungai dan persimpangannya karena kondisi batas diperlukan untuk menetapkan permukaan air awal di ujung sistem sungai. Permukaan air awal diperlukan agar program dapat menghitung rezim aliran subkritis (Adefisan & Jummai, 2018). Rezim aliran subkritis dijalankan karena kondisi batas hanya diterapkan pada ujung hilir sistem sungai. Hasil simulasi termasuk plot profil, kurva rating, kecepatan plot profil umum, dan plot perspektif tiga dimensi (3D) divisualisasikan dan akhirnya model yang dihasilkan diekspor ke lingkungan GIS untuk analisis lebih lanjut.

2.2.3 Pemetaan dataran banjir

Dataran banjir dipetakan dalam perluasan HEC-GeoRAS dengan memanfaatkan elevasi permukaan air yang dihasilkan dengan penampang TIN. Untuk ketiga profil tersebut, permukaan air diubah menjadi grid dan grid medan (TIN) dikurangi darinya; daerah dengan elevasi permukaan air lebih tinggi dari elevasi medan memiliki nilai positif yang mewakili jaringan kedalaman genangan, sedangkan lahan kering menghasilkan nilai negatif (Abdulrazzak et al., 2019). Selain elevasi permukaan air, parameter hidrolis lainnya seperti kecepatan aliran, laju aliran, kemiringan saluran, dan luas aliran juga diperoleh untuk setiap penampang. Profil permukaan air dihitung dari satu penampang ke penampang lainnya dengan menyelesaikan persamaan energi (Persamaan 1) dengan prosedur berulang yang disebut metode langkah standar (Gary W. Brunner, 2016).

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + h_E \quad (1)$$

dimana Z_1 , Z_2 adalah elevasi pembalikan saluran utama, Y_1 , Y_2 adalah kedalaman air pada penampang, V_1 , V_2 adalah kecepatan rata-rata (total debit/total luas aliran), α_1 , α_2 adalah bobot kecepatan koefisien, g adalah percepatan gravitasi, dan h_E adalah kehilangan energi.

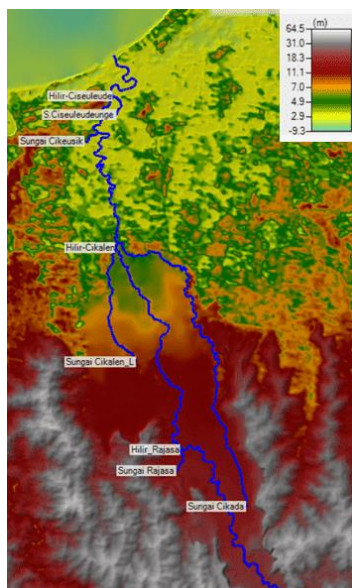
2.2.4 Skematitasi Sungai

Skematisasi sungai yang digunakan dalam pemodelan ini terbatas pada ruas yang telah dilakukan survey pengukuran penampangnya. Untuk pemodelan HEC-RAS ini direpresentasikan dengan pemodelan beberapa sungai di DAS Cilatak, yaitu: Sungai Cikeusik, Sungai Cikalen Leutik, Sungai Rajasa, Sungai Cikada dan Sungai Cilatak. Berdasarkan hasil pengukuran topografi, kondisi memanjang Sungai Cilatak dapat dilihat pada gambar di atas. Jarak pada sumbu horizontal menunjukkan jarak dari penampang paling hilir sungai kurang lebih 17 km. Dari profil tersebut terlihat untuk Sungai Cilatak kemiringan rata-rata sungainya adalah 0,00156 m/m, pada ruas Sungai Cilatak ini elevasi bantaran saluran terhadap dasar salurannya berkisar antara 1,8 – 5 m.

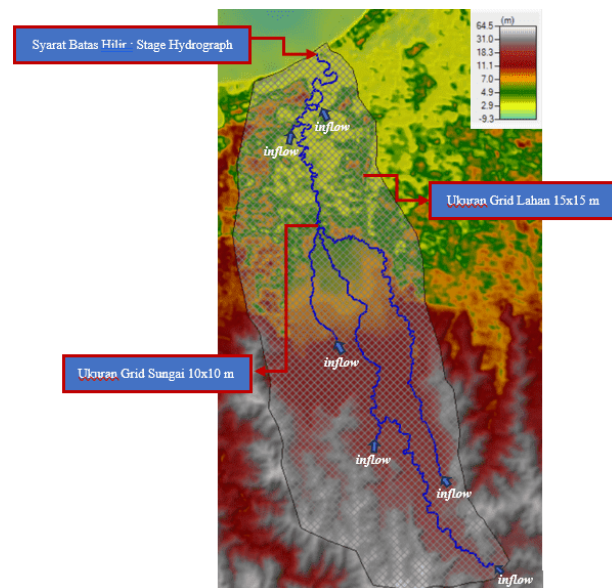
Simulasi pemodelan 2-Dimensi dilakukan untuk melihat sebaran area genangan akibat banjir yang terjadi dengan kala ulang tertentu. Untuk dapat membentuk suatu sistem pemodelan 2-Dimensi dalam HEC-RAS, maka diperlukan data-data pendukung sebagai berikut:

- Data topografi/batimetri dari sungai (Hasil Pengukuran Tahun 2023)
- Besarnya beban debit banjir dengan berbagai Kala Ulang (Hasil Analisis Hidrologi 2023)

Terrain yang digunakan adalah berdasarkan hasil Survei Topografi 2023. Selanjutnya peta dalam kontur (*.shp) diolah menjadi file raster (*.tiff) dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Terrain Pemodelan



Gambar 3. Skema dan Syarat Batas Pemodelan 2-D Hidraulika

Pemodelan yang akan dilakukan adalah dengan syarat batas di hulu berupa hidrograf banjir, dan syarat batas hilir adalah *Stage Hydrograph*.

2.2.5 Alternatif Penanganan Banjir

Untuk mengatasi banjir pada kondisi eksisting diatas maka direncanakan beberapa alternatif penanganan, yaitu:

- Alternatif pertama adalah dengan normalisasi dasar saluran;
- Alternatif kedua adalah alternatif pertama ditambah dengan pelebaran saluran;
- Alternatif ketiga adalah alternatif pertama dan kedua ditambah dengan pembangunan kolam tampungan; dan
- Alternatif keempat adalah alternatif pertama dan kedua ditambah dengan rencana peninggian tanggul pada bagian hilir Sungai Cilatak atau sejauh 6 km dari muara Sungai Cilatak.

2.2.6 Lokasi Tampungan Rencana

Tabel 1. Lokasi dan Spesifikasi Tampungan

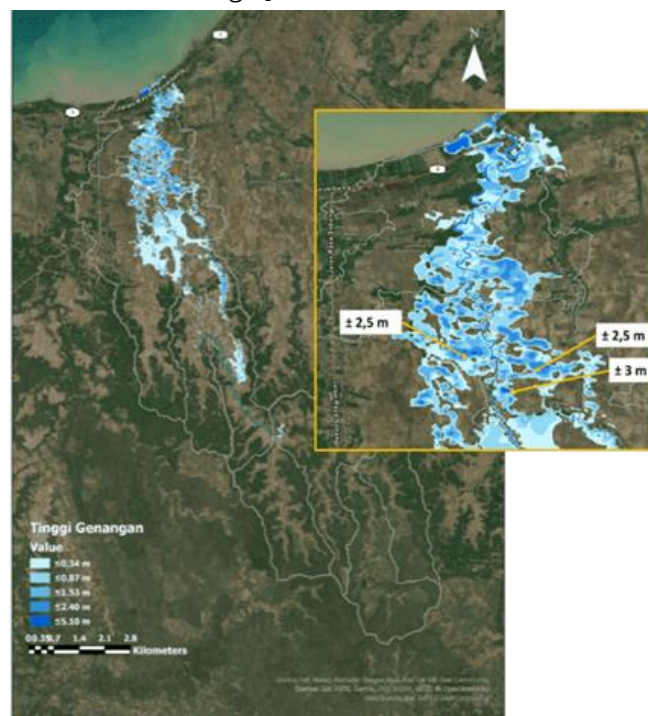
	Nama	:	Cikada	Cilatak 1	Cilatak 2
Lokasi	Desa	:	Bojen	Kutamekar	Sobang
	Kecamatan	:	Sobang	Sobang	Sobang
Koordinat	X	:	587176,164	586560,05	588547,164
	Y	:	9274485,538	9271702,901	9269797,524
DAS		:	Cilatak	Cilatak	Cilatak
Sungai		:	Cikada	Cilatak	Cilatak
Luas Tampungan		:	21,8 Ha	9,53 Ha	9.02 Ha
Volume Tampungan		:	21 Ribu m ²	371 Ribu m ²	160 Ribu m ²
Catchment Area		:	162,13 ha	223,63 ha	556,82 ha
Panjang Sungai		:	2,93 Km	1,87 Km	4,24 Km
Elevasi Tertinggi		:	50 mdpl	70,94 mdpl	90,34 mdpl
Elevasi Terendah		:	7,45 mdpl	16,03 mdpl	21,39 mdpl
Beda Tinggi		:	42,55 m	54,91 m	68,95 m

Sumber : Analisis Penulis, 2023

3. DATA DAN ANALISA

3.1 Rencana Normalisasi dan Pelebaran Sungai

Dari hasil rencana normalisasi dan pelebaran Sungai, area genangan turun menjadi 454,56 Ha atau turun 39% dari area genangan pada kondisi eksisting Q25.



Gambar 4. Tampak Area dan Kedalaman Genangan Kondisi Rencana Penanganan Normalisasi dan Pelebaran Sungai

Tabel 2. Perbandingan Luas Genangan Kondisi Eksisting Q25 dan Rencana Normalisasi+Pelebaran

Kondisi	Luas Genangan (Ha)
Eksisting	744.25
Normalisasi + Pelebaran	454.56

Sumber : Analisis Penulis, 2023

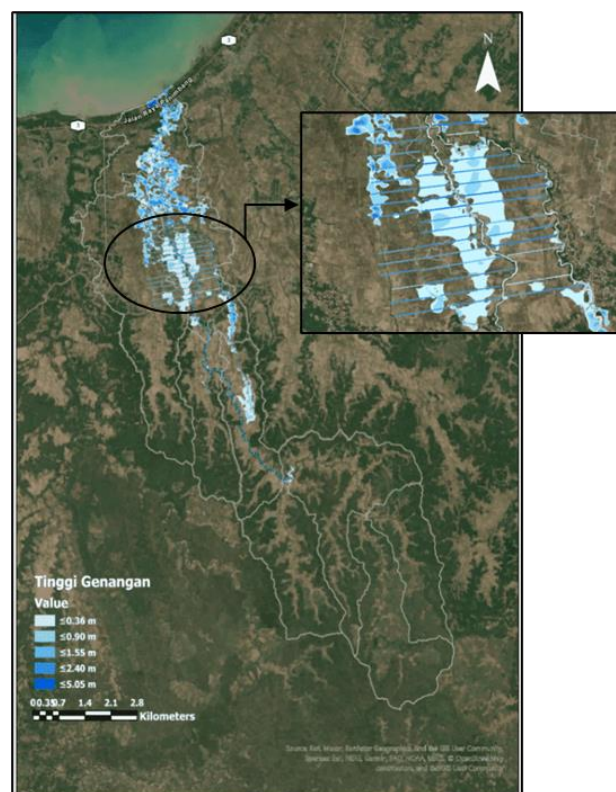
3.2 Rencana Normalisasi, Pelebaran Sungai, dan Long Storage

Long storage direncanakan dibangun dengan lebar 10 m dan kedalaman 2,5 m. Dengan total volume long storage adalah 544.689 m³, area genangan tereduksi menjadi 360,26 Ha atau tereduksi 52% dari kondisi eksisting Q25.

Tabel 3. Perbandingan Luas Genangan Kondisi Eksisting Q25 dan Rencana Normalisasi+Pelebaran+Long Storage

Kondisi	Luas Genangan (Ha)
Eksisting	744,25
Normalisasi + Pelebaran	454,56
Normalisasi + Pelebaran+Long Storage	360,26

Sumber : Analisis Penulis, 2023

**Gambar 5.** Tampak Area dan Kedalaman Genangan Kondisi Rencana Penanganan Normalisasi, Pelebaran, dan Long Storage

3.3 Matriks Alternatif Penanganan Sungai

Hasil simulasi pemodelan banjir tersebut menghasilkan hasil yang berbeda untuk setiap alternatif penanganannya, hasil dari simulasi tersebut kemudian dibuat dalam bentuk matriks penanganan. Matriks penanganan banjir untuk Sungai Cilatak disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4. Matriks Penanganan Sungai Cilatak

No.	Alternatif	Titik Tinjau Debit Banjir Q(25) Sungai Cilatak		
		Elevasi Muka Air/Tinggi Genangan		
		Hulu	Tengah	Hilir
		Patok A.150	Patok A.97	Patok A.10
1	Normalisasi Sungai Cilatak			
	Pada Ruas Patok :			
	A.168-A.130 (3.923 m)			
	CP.26-A.97 (1.960 m)	TMA : + 16.16 m		
		Tinggi Banjirnya 0 m		
	A.93-A.68 (2.685 m)			
	A.66-CP.17 (3.587 m)		TMA : + 12.08 m	
			Tinggi Banjirnya 0,51 m	
	A.30-BM.02 (1.323 m)			
	A.17-A.01 (1.557m)			TMA : + 3.14 m
				Tinggi Banjirnya 1,14 m
2	Normalisasi dan Pelebaran Sungai Cilatak			
	Pada Ruas Patok :			
	A.168-A.130 (3.923 m)			
	CP.26-A.97 (1.960 m)	TMA : + 15,99 m		
		Tinggi Banjirnya 0 m		
	A.93-A.68 (2.685 m)			
	A.66-CP.17 (3.587 m)		TMA : + 12.05 m	
			Tinggi Banjirnya 0.48 m	
	A.30-BM.02 (1.323 m)			
	A.17-A.01 (1.557 m)			TMA : + 3.05 m
				Tinggi Banjirnya 0.78 m
3	Normalisasi + Pelebaran dan Tampungan Sungai Cilatak			
	Pada Ruas Patok			
	A.168-A.130 (3.923m)			
	CP.26-A.97 (1.960m)	TMA : + 15,99 m		
		Tinggi Banjirnya 0 m		
	A.93-A.68 (2.685m)			
	A.66-CP.17 (3.587m)		TMA : + 11,89 m	
			Tinggi Banjirnya 0.32 m	
	A.30-BM.02 (1.323 m)			
	A.17-A.01 (1.557m)			TMA : + 2,30 m
				Tinggi Banjirnya 0.58 m
4	Normalisasi + Pelebaran dan Tampungan + Peninggian Tanggul			
	Pada Ruas Patok			
	A.168-A.130 (3.923m)			

No.	Alternatif	Titik Tinjau Debit Banjir Q(25) Sungai Cilatak		
		Elevasi Muka Air/Tinggi Genangan		
		Hulu	Tengah	Hilir
		Patok A.150	Patok A.97	Patok A.10
	CP.26-A.97 (1.960m)	TMA : + 15,99 m		
		Tinggi Banjirnya 0 m		
	A.93-A.68 (2.685m)			
	A.66-CP.17 (3.587m)	TMA : + 11,89 m		
		Tinggi Banjirnya 0,48 m		
	A.30-BM.02 (1.323 m)			
	A.17-A.01 (1.557m)	TMA : + 2,85 m		
		Tinggi Banjirnya 0 m		

Sumber : Analisis Penulis, 2023

Kombinasi dari 3 alternatif tersebut dapat menurunkan TMA banjir setinggi 0,28 m di tengah dan 0,77 m di hilir.

Matriks penanganan banjir untuk Sungai Cikada disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 5. Matriks Penanganan Sungai Cikada

No.	Alternatif	Titik Tinjau Debit Banjir Q(25) Sungai Cikada		
		Elevasi Muka Air/Tinggi Genangan		
		Hulu	Tengah	Hilir
		Patok B.68	Patok B.37	Patok B.2
	Simulasi Kondisi Eksisting	TMA: +16,47m	TMA : +10,46 m	TMA : +6,18 m
		Tinggi Banjirnya 0,88 m	Tinggi Banjirnya 0,83 m	Tinggi Banjirnya 0,42 m
1	Normalisasi Sungai Cikada			
	Pada Ruas Patok			
	B.69-CP.25 (1.454 m)			
	B.43-BM.10 (638m)	TMA : + 15,99 m		
		Tinggi Banjirnya 0,40 m		
	B.36-CP.6 (1.702 m)	TMA: + 10,15 m		
		Tinggi Banjirnya 0,52 m		
	B.17-CP.5 (1.766 m)	TMA : + 5,93 m		
		Tinggi Banjirnya 0,17 m		
2	Normalisasi dan Pelebaran			
	Sungai Cikada			
	Pada Ruas Patok			
	B.69-CP.25 (1.454 m)			
	B.43-BM.10 (638m)	TMA : + 15,99 m		
		Tinggi Banjirnya 0,4 m		
	B.36-CP.6 (1.702 m)	TMA : + 10,10 m		
		Tinggi Banjirnya 0,47 m		
	B.17-CP.5 (1.766 m)	TMA : + 5,71 m		
		Tinggi Banjirnya 0 m		

No.	Alternatif	Titik Tinjau Debit Banjir Q(25) Sungai Cikada		
		Elevasi Muka Air/Tinggi Genangan		
		Hulu	Tengah	Hilir
		Patok B.68	Patok B.37	Patok B.2
3	Normalisasi + Pelebaran dan			
	Tampungan			
	Pada Ruas Patok			
	B.69-CP.25 (1.454 m)			
	B.43-BM.10 (638m)	TMA : + 15,97 m		
		Tinggi Banjirnya 0,38 m		
	B.36-CP.6 (1.702m)	TMA : + 10,03 m		
		Tinggi Banjirnya 0.4 m		
	B.17-CP.5 (1.766 m)	TMA : + 5,51 m		
		Tinggi Banjirnya 0 m		

Sumber : Analisis Penulis, 2023

Kombinasi dari 3 alternatif tersebut dapat menurunkan TMA banjir setinggi 0,5 m di Hulu, 0,43 m di tengah dan menghilangkan banjir sepenuhnya di hilir.

Matriks penangan banjir untuk Sungai Cikalen Leutik disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 6. Matriks Penanganan Sungai Cikalen Leutik

No.	Alternatif	Titik Tinjau Debit Banjir Q(25) Sungai Cikalen Leutik		
		Elevasi Muka Air/Tinggi Genangan		
		Hulu	Tengah	Hilir
		Patok C.24	Patok C.12	Patok C.03
	Simulasi Kondisi Eksisting	TMA : + 10,02 m	TMA: + 7,11 m	TMA: + 6,45 m
		Tinggi Banjirnya 0,00 m	Tinggi Banjirnya 0,09 m	Tinggi Banjirnya 0,74 m
	Normalisasi Sungai Cikalen			
	1 Leutik			
	Pada Ruas Patok			
	C.24-C.20 (442m)			
		TMA : + 9,95 m		
		Tinggi Banjirnya 0,00 m		
	C.17-C.09 (1.021m)	TMA : + 7,08 m		
		Tinggi Banjirnya 0,06 m		
	C.07-C.01 (786 m)	TMA : + 6,15 m		
		Tinggi Banjirnya 0,45 m		
2	Normalisasi dan Pelebaran Sungai			
	Cikalen Leutik			
	Pada Ruas Patok			
	C.24-C.20 (442m)			
		TMA : + 9,88 m		
		Tinggi Banjirnya 0,00 m		
	C.17-C.09 (1.021m)	TMA : + 7,05 m		

No.	Alternatif	Titik Tinjau Debit Banjir Q(25) Sungai Cikalen Leutik		
		Elevasi Muka Air/Tinggi Genangan		
		Hulu	Tengah	Hilir
		Patok C.24	Patok C.12	Patok C.03
			Tinggi Banjirnya 0,03 m	
	C.07-C.01 (786 m)			TMA : + 5,93 m
				Tinggi Banjirnya 0,23 m
3	Normalisasi + Pelebaran dan Tampungan Sungai Cikalen Leutik			
	Pada Ruas Patok			
	C.24-C.20 (442m)			
		TMA : + 9,45 m		
		Tinggi Banjirnya 0,00 m		
	C.17-C.09 (1.021m)		TMA : + 6,94 m	
			Tinggi Banjirnya 0,00 m	
	C.07-C.01 (786 m)			TMA : + 5,80 m
				Tinggi Banjirnya 0,1 m

Sumber : Analisis Penulis, 2023

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1) Sungai Cilatak

Terjadi penurunan muka air banjir beberapa di Sungai Cilatak pada beberapa titik untuk setiap alternatif penanganan. Kondisi eksisting Q25 menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu tidak terjadi banjir , di tengah ketinggian limpasan 0,51 m dan di hilir ketinggian banjirnya variasi 0,12 sampai 1.14 m.

a) Alternatif 1: Normalisasi dasar saluran

Penanganan dengan alternatif 1 menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu tidak terjadi banjir, di tengah ketinggian limpasan maksimum 0,51 m dan di hilir ketinggian banjir maksimumnya adalah 1,14 m.

b) Alternatif 2: Normalisasi dasar saluran + pelebaran saluran

Penanganan dengan alternatif 2 menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu tidak terjadi banjir, di tengah ketinggian limpasan maksimum 0,48 m dan di hilir ketinggian banjir maksimumnya adalah 0,78 m.

c) Alternatif 3: Normalisasi dasar saluran + pelebaran saluran + tampungan

Penanganan dengan alternatif 3 menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu tidak terjadi banjir, di tengah ketinggian limpasan maksimum 0.32 m dan di hilir ketinggian banjir maksimumnya adalah 0.58 m.

d) Alternatif 4: Normalisasi dasar saluran + pelebaran saluran + tampungan + peninggian tanggul.

Penanganan dengan alternatif 4 menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu tidak terjadi banjir, di tengah ketinggian limpasan maksimum 0,48 m dan di hilir tidak banjir.

2) Sungai Cikada

Terjadi penurunan muka air banjir beberapa di Sungai Cikada pada beberapa titik untuk setiap alternatif penanganan. Kondisi eksisting Q25 menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu terjadi banjir dengan ketinggian limpasan maksimum 0,88 m, di tengah ketinggian limpasan maksimum 0,83 m dan di hilir ketinggian banjir maksimumnya adalah 0,42 m.

a) Alternatif 1: Normalisasi dasar saluran

Penanganan dengan alternatif 1 menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu terjadi banjir dengan ketinggian limpasan maksimum 0,40 m, di tengah ketinggian limpasan maksimum 0,52 m dan di hilir ketinggian banjir maksimumnya adalah 0,17m.

- b) Alternatif 2: Normalisasi dasar saluran + pelebaran saluran
Penanganan dengan alternatif 2 menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu terjadi banjir dengan ketinggian limpasan maksimum 0,40 m, di tengah ketinggian limpasan maksimum 0,47 m sedangkan alternatif 2 mampu menanggulangi masalah banjir di hilir (tidak ada banjir).
- c) Alternatif 3: Normalisasi dasar saluran + pelebaran saluran + pembuatan kolam tampungan
Penanganan dengan alternatif 3 menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu terjadi banjir dengan ketinggian limpasan maksimum 0,38m, di tengah ketinggian limpasan maksimum 0,4 m dan sedangkan di hilir sudah tidak ada banjir.

3) Sungai Cikalen Leutik

Terjadi penurunan muka air banjir beberapa di Sungai Cikalen Leutik pada beberapa titik untuk setiap alternatif penanganan. Kondisi eksisting Q25 menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu tidak terjadi banjir, di tengah ketinggian limpasan maksimum 0,09 m dan di hilir ketinggian banjir maksimumnya adalah 0,74 m.

- a) Alternatif 1: Normalisasi dasar saluran
Penanganan dengan alternatif 1 menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu tidak terjadi banjir, di tengah ketinggian limpasan maksimum 0,06 m dan di hilir ketinggian banjir maksimumnya adalah 0,45 m.
- b) Alternatif 2: Normalisasi dasar saluran + pelebaran saluran
Penanganan dengan alternatif 2 menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu tidak terjadi banjir, di tengah ketinggian limpasan maksimum 0,03 m dan di hilir ketinggian banjir maksimumnya adalah 0,23 m.
- c) Alternatif 3: Normalisasi dasar saluran + pelebaran saluran + pembuatan kolam tampungan
Penanganan dengan alternatif 3 menghasilkan limpasan dengan kondisi di hulu tidak terjadi banjir, di tengah tidak terjadi banjir dan sedangkan di hilir ketinggian banjir maksimumnya adalah 0,1 m.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrazzak, M., Elfeki, A., Kamis, A., Kassab, M., Chaabani, A., & Noor, K. (2019). Flash flood risk assessment in urban arid environment: case study of Taibah and Islamic universities' campuses, Medina, Kingdom of Saudi Arabia. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 10(1), 780–796. <https://doi.org/10.1080/19475705.2018.1545705>
- Adeniran, K. A., Ottawale, Y. A., & Ogunshina, M. S. (2018). Mapping and Evaluation of Flood Risk Areas along Asa River using Remote Sensing and GIS Techniques. *FUOYE Journal of Engineering and Technology*, 3(2), 12–16. <https://doi.org/10.46792/fuoyejet.v3i2.206>
- Ali, A. B. M. (2018). Flood Inundation Modeling and Hazard Mapping under Uncertainty in the Sungai Johor Basin, Malaysia. Delft University of Technology.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2023). Statistik Bencana, Korban dan Kerusakan Menurut Waktu. dibi.bnpb.go.id
- Gary W. Brunner. (2016). HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual. Hydrologic Engineering Center, February, 547.
- Hatta, M., Fadlin, F., Harun, R., Elfita, Y., & Renreng, I. (2021). Application of 2D numerical simulation for the analysis of July 2020 North Luwu flood Application of 2D numerical simulation for the analysis of July 2020 North Luwu flood. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/841/1/012028>
- Idrees, M. O, D. M. Omar, A. Babalola, H. A. Ahmadu and F. O. Lawal. (2022). Urban land use land cover mapping in tropical savannah using Landsat-8 derived normalized difference vegetation index (NDVI) threshold. *South African Journal of Geomatics*, 11(1), 117–129. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4314/sajg.v11i1.9>
- Idrees, M. O, A. Yusuf, E. S. Mokhtar and K. Yao. (2022). Urban flood susceptibility mapping in Ilorin,

- Nigeria, using GIS and multi-criteria decision analysis. *Modeling Earth Systems and Environment*, May 2018. <https://doi.org/10.1007/s40808-022-01479-3>
- IFRC. (2020). Emergency Plan of Action (EPoA) Nigeria: Floods. In International Federation of Red Cross & Crescent (Issue June).
- Iroye, K. A. (2017). Correlating pattern of river discharge with degree of urbanization in sub-catchments of River Asa in Ilorin, Nigeria. *Ethiopian Journal of Environmental Studies & Management*, 10(2), 251–261. <https://doi.org/doi: http://dx.doi.org/10.4314/ejesm.v10i2.11>
- La Ode Munawal Akbar Idati, La Ode Muhamad Magribi & Lakawa, I. (2020). Analisis Banjir, Faktor Penyebab Dan Prioritas Penanganan Sungai Anduonuhu. 1(2). <https://doi.org/10.54297/sciej.v1i2.144>
- Lane, S. N., & Westaway, R. M. (2008). Improved modeling of spatial patterns of river flood inundation using fuzzy logic and remotely sensed data. *Journal of Hydrology*, 352(1-2), 93-105.
- Makasaehe, D., Hendratta, L. A., & Sumarauw, J. S. . (2020). Kajian Pemetaan Banjir Dengan Hec–Georas Studi Kasus: Sungai Tondano. *Jurnal Sipil Statik*, 8(3), 319–326.
- Makbul, R., HR, Z., Tanje, H. W., Sugiarto, Djufri, H., Bungin, E. R., Faisal, Z., Wijaya, Y., Jokra, Firdaus, M., & Sudirman. (2023). Pengembangan Sumber Daya Air (S. Gusty, H. Hafid, & A. M. Subhan (ed.); Cetakan Pe). CV. Tohar Media. https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=-K3FEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Makbul+et+al., 2023+banjir&ots=Pyr561n5E3&sig=juGmcSDeiWuAXYU6yUhon9h3PQs&redir_esc=y#v=onepage&q=Makbul et al.%2C 2023 banjir&f=false
- Malika, G., Nurullita, U., & Mifbakhuddin. (2021). Pengetahuan Warga tentang Bahaya Keselamatan dan Bahaya Kesehatan yang Terjadi pada Banjir (Studi di Daerah Rawan Banjir di Bandarharjo Semarang). *Jurnal kesehatan masyarakat indonesia*, 16(September), 154–159.
- Mokuolu, O. A.; A. K. Odunaike; J. O. Iji and A. S. Aremu (2022). Assessing the Effects of Solid Wastes on Urban Flooding: A case study of Isale Koko. *LAUTECH Journal of Civil and Environmental Studies*, 9(1), 22–30. <https://doi.org/10.36108/laujoces/2202.90.0130>
- Mudashiru, R. B.; O. M. Yusuf; A. I. Oladapo and O. M. Adekunle. (2017). Morphometric Analysis of Asa and Oyun River Basins, North Central Nigeria Using Geographical Information System. *American Journal of Civil Engineering*, 5(6), 379. <https://doi.org/10.11648/j.ajce.20170506.20>
- Narendr, A.; S. Vinay; B. H. Aithal and S. Das. (2022). Multi-dimensional parametric coastal flood risk assessment at a regional scale using GIS. *Environment, Development and Sustainability*, 24(7), 9569–9597. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01839-6> Olabode, A. D.; L. T.
- Oriola, E. and Bolaji, S. (2012). Urban Flood Risk Information on a River Catchment in a Part of Ilorin Metropolis, Kwara State, Nigeria. *Information and Knowledge Management*, 2(8), 70–84.
- Pandey, P. K. and Das, S. S. (2016). Morphometric analysis of Usri River basin, Chhotanagpur Plateau, India, using remote sensing and GIS. *Arabian Journal of Geosciences*, 9(3). <https://doi.org/10.1007/s12517-015-2287-4>
- Riaz, K., Muhammad, H., Aslam, S., & Waseem, M. (2022). Flood Frequency Analysis and Hydraulic Design of Bridge at Mashan on River Kunhar. *Archives of Hydro-Engineering and Environmental Mechanics*, 64(1), 1–12. <https://doi.org/10.2478/heem-2022-0001>
- Rohmawati, L. (2019). Pengaruh Pengawas dan Direksi Wanita Terhadap Risiko Bank Dengan Kekuasaan CEO Sebagai Variabel Pemoderasi (Studi Bank Umum Indonesia). *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 4(9), 26–42.
- Rukiyah, A. Y., & Yulianti, Lia. (2014). Asuhan Kebidanan Kehamilan Berdasarkan Kurikulum Berbasis Kompetensi. Jakarta Timur: CV. Trans Info Media.
- Shahiriparsa, A., Heydari, M., Sadeghian, M. S., & Moharrampour, M. (2013). Flood Zoning Simulation byHEC-RAS Model (Case Study : Johor River-Kota Tinggi Region). *Journal of River Engineering*, x(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.18264>
- Shivapur, A. V. (2017). Floodplain Mapping of River Krishnana Using Hec-Ras Model At Two Streaches Namely Kudachi and Ugar Villages of Belagavi District. *International Research Journal of Engineering*

and Technology, 1524–1529. www.irjet.net

- Sholikha, D. E. Z., Sutoyo, S., & Rau, M. I. (2022). Pemodelan Sebaran Genangan Banjir Menggunakan HEC-RAS di Sub DAS Cisadane Hilir. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 7(2), 147–160. <https://doi.org/10.29244/jsil.7.2.147-160>
- Shiru, M. S. and Johnson, L. M. (2018). Managing Flood in Ilorin, Nigeria : Structural and Non-Structural Measures Managing Flood in Ilorin, Nigeria : Structural and Non-Structural Measures. *Asian Journal of Applied Sciences* (ISSN: 03(July), 507–513.
- Tazin, T. (2018). Flood Hazard Mapping of Dharla River Floodplain Using Hec-Ras 1D/2D Coupled Model. *Bangladesh University of Engineering and Technology*. 92 *NIGERIAN JOURNAL OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT*, VOL. 20, NO 2, JUNE 2023
- Timbadiya, P.V. and Krishnamraju, K. M. (2023). A 2D hydrodynamic model for river flood prediction in a coastal floodplain. *Natural Hazards* 115, 1143–1165. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05587-2>
- US Army Corps of Engineers. (2016). HEC-RAS 2D User's Manual. Hydrologic Engineering Center.
- Wiganti, R., Maddeppungeng, A., & Pratiwi, B. D. (2017). KAJIAN ALTERNATIF PENANGGULANGAN BANJIR (Studi Kasus DAS Ciujung Bagian Hulu , Banten) Penanggulangan Banjir pada Deputi Bidang. *Jurnal Konstruksia*, 8(2), 9–22.
- Yari, A., Ardalan, A., Ostadtaghizadeh, A., Zarezadeh, Y., Boubakran, M. S., Bidarpoor, F., & Rahimiforushani, A. (2019). Underlying factors affecting death due to flood in Iran: A qualitative content analysis. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 40, 101258. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101258>