

Contents list available at journal.uib.ac.id

Journal of Civil Engineering and Planning

Journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce>

Jurnal Penelitian

Studi Pengendalian Banjir Sungai Melayu dan Sungai Padolo di Kecamatan Rasanae Barat Kota Bima

Study of Flood Control Measures for the Melayu and Padolo Rivers in Rasanae Barat District, Bima City

Marisdha Jauhari¹, Mahendra Andiek Maulana¹

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Email Koresponden: marisdhajauhari@gmail.com

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Kata kunci:</p> <p>banjir, Sungai Padolo, Sungai Melayu, HEC-RAS, risiko banjir.</p>	<p>Banjir akibat luapan Sungai Padolo dan Sungai Melayu di Kota Bima menunjukkan perlunya kajian untuk mendukung pengendalian banjir di kawasan perkotaan. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik banjir, tingkat bahaya dan risiko banjir, serta mengevaluasi efektivitas pengendalian banjir di Kecamatan Rasanae Barat. Analisis dilakukan menggunakan metode Log Pearson Tipe III (LP III), Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) SCS-Snyder, dan pemodelan hidraulika HEC-RAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit banjir rancangan kala ulang 25 tahun sebesar 548,04 m³/det pada Sungai Padolo dan 174,86 m³/det pada Sungai Melayu menghasilkan genangan seluas 2,224 km² yang tersebar di enam kelurahan. Tingkat bahaya banjir tertinggi berada di Kelurahan Dara, Paruga, dan Tanjung. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa normalisasi sungai dan pembangunan tanggul mampu mengurangi luapan serta luas genangan banjir, sehingga dapat menjadi alternatif pengendalian banjir yang efektif di Kota Bima.</p>
ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Keywords:</p> <p>flood, Padolo River, Melayu River, HEC-RAS, flood risk.</p>	<p><i>Flooding caused by the overflow of the Padolo and Melayu Rivers in Bima City highlights the need for effective urban flood management. This study aims to analyze flood characteristics, assess flood hazard and risk levels, and evaluate flood control measures in Rasanae Barat District. The analysis employed the Log Pearson Type III (LP III) distribution, the SCS-Snyder Synthetic Unit Hydrograph, and HEC-RAS hydraulic modeling. The results show that the 25-year return period design flood discharge reached 548.04 m³/s for the Padolo River and 174.86 m³/s for the Melayu River, producing an inundation area of 2.224 km² across six urban villages. The highest flood hazard was identified in Dara, Paruga, and Tanjung Villages. Hydraulic simulations indicate that river normalization and levee construction effectively reduce river overflow and flood inundation, demonstrating their potential as effective flood control measures for Bima City.</i></p>

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

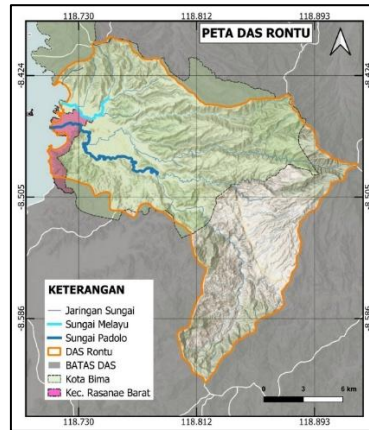
Banjir adalah tergenangnya suatu wilayah yang pada kondisi normal berada dalam keadaan kering akibat volume air yang melampaui kapasitas tampung sungai, saluran, atau sistem drainase, maupun karena akumulasi air pada kawasan yang umumnya tidak tergenang (BNPB, n.d.; IPCC, 2012). Kejadian banjir umumnya dipicu oleh curah hujan dengan intensitas dan durasi tinggi, meningkatnya limpasan permukaan, keterbatasan kapasitas sungai dan drainase, kondisi morfologi daerah aliran sungai, serta perubahan tata guna lahan yang memperbesar respons aliran permukaan (WMO, 2011; IPCC, 2012). Pada Desember 2016, Kota Bima mengalami banjir besar akibat luapan Sungai Padolo dan Sungai Melayu. Peristiwa tersebut menggenangi kawasan perkotaan dan berdampak pada lima kecamatan, yaitu Rasanae Timur, Rasanae Barat, Mpunda, Raba, dan Asakota, dengan total 33 kelurahan terdampak. Tinggi genangan dilaporkan mencapai sekitar 1–3 meter di sejumlah lokasi. Menyebabkan kerusakan pada jembatan, jalan, instalasi air bersih, fasilitas persampahan, sekolah, dan puskesmas. Selain itu, aktivitas ekonomi masyarakat terganggu, jaringan listrik dan komunikasi sempat terputus, transportasi terhambat, serta aktivitas pendidikan dan perkantoran tidak berjalan optimal. Dampak sosial dan ekonomi yang besar, terutama di Kecamatan Rasanae Barat sebagai kawasan padat penduduk di bantaran sungai, menunjukkan bahwa penanganan banjir pada Sungai Padolo dan Sungai Melayu perlu dilakukan secara menyeluruh untuk menurunkan potensi bahaya dan risiko banjir pada masa mendatang (BNPB, 2016; BPBD Kota Bima, 2016).

penelitian ini disusun untuk menganalisis banjir pada Sungai Melayu dan Sungai Padolo melalui tahapan yang selaras dengan analisis hidrologi dan hidraulika. Tahapan penelitian dimulai dari pengumpulan dan pengujian kualitas data hujan menggunakan uji konsistensi RAPS, uji ketiadaan trend Spearman, uji persistensi, uji stasioner F dan T, serta uji outlier. Selanjutnya dilakukan analisis curah hujan rancangan dengan metode Log Pearson Tipe III (LP3) dan uji kesesuaian distribusi menggunakan Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Square. Hujan rancangan yang diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung debit banjir rancangan melalui metode Hidrograf Satuan Sintetis SCS-Snyder. Debit banjir rancangan tersebut selanjutnya digunakan dalam pemodelan hidraulika menggunakan HEC-RAS untuk menghasilkan peta genangan banjir. Hasil simulasi genangan kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi tingkat bahaya dan risiko banjir, yang selanjutnya menjadi dasar dalam penyusunan alternatif pengendalian banjir berupa normalisasi sungai dan pembuatan tanggul.

2. Metode

2.1 Lokasi Penelitian

Wilayah penelitian ini berfokus pada aliran Sungai Melayu dan Sungai Padolo yang merupakan bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Rontu. Secara administratif, koridor sungai yang dikaji terletak di Kecamatan Rasanae Barat, Kota Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat (Pulau Sumbawa). Kawasan Kota Bima ini berada pada posisi astronomis sekitar $\pm 8^{\circ}27'$ LS; $\pm 118^{\circ}44'$ BT. Adapun batas-batas administratif Kota Bima yang mengelilingi lokasi penelitian meliputi Kabupaten Bima di sisi utara yaitu Kecamatan Ambalawi, sisi timur yaitu Kecamatan Wawo, dan sisi selatan yaitu Kecamatan Palibelo, serta Teluk Bima di sisi barat.



Gambar 2.1 Peta Lokasi Penelitian

2.2 Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data ditujukan untuk mendapatkan parameter input bagi pemodelan banjir dan evaluasi penanganan Sungai Melayu dan Sungai Padolo. Merujuk pada pedoman teknis dan metodologi standar (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018, 2020; Sugiyono, 2019), klasifikasi data yang digunakan meliputi: data curah hujan harian ARR Kumbe periode 2011 - 2024, data tinggi muka air AWLR Kumber periode 2011 - 2024, terrain (DEM) untuk DAS Rontu, long-cross section Sungai Melayu dan Sungai Padolo serta data penggunaan lahan KLHK tahun 2025.

2.3 Curah Hujan Rancangan

Analisis curah hujan rancangan pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode Log Pearson Tipe III (LP3) untuk memperoleh besarnya hujan rencana pada kala ulang tertentu yang selanjutnya digunakan dalam perhitungan debit banjir rancangan.

$$\begin{aligned} \overline{\log X} &= \frac{\sum \log X}{n} \\ S_d &= \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n - 1}} \\ \log X_T &= \overline{\log X} + K \cdot S_d \\ X_T &= \text{antilog}(\log X_T) \end{aligned}$$

Validitas hasil hujan rancangan dari metode LP3 sangat bergantung pada kesesuaian jenis distribusi dengan data hujan aktual di lapangan. Oleh karena itu, uji Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov dilakukan sebagai tahap verifikasi. Jika simpangan maksimum dan nilai chi-kuadrat hasil perhitungan terbukti masih berada dalam batas aman yang disyaratkan, maka model distribusi tersebut dinyatakan layak diterima. Hasil inilah yang kemudian melandasi seluruh rangkaian analisis hidrologi lanjutan dalam penelitian ini (Badan Standardisasi Nasional, 2016; Harto, 1993; Soewarno, 1995).

Rumus uji Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Rumus uji Smirnov-Kolmogorov adalah sebagai berikut:

$$\Delta_{maks} = \max |P_o(x) - P_t(x)|$$

2.4 Debit Banjir Rancangan

Analisis debit banjir rancangan dengan melakukan transformasi hujan rancangan menjadi limpasan langsung pada penelitian menggunakan metode HSS. Metode HSS yang digunakan yaitu HSS SCS-Snyder. Karakteristik fisik dan morfometri Daerah Aliran Sungai (DAS)—seperti luas wilayah, panjang sungai utama, waktu tunda, dan waktu puncak—dihitung sebagai parameter input utama pada tiap metode HSS.

Rumus HSS Snyder:

$$t_p = C_t(L \cdot L_c)^{0.3}$$
$$q_p = \frac{640 C_p}{t_p}$$

2.5 Pemodelan Banjir Hecras

Simulasi hidraulika menggunakan aplikasi HEC-RAS diterapkan untuk memetakan sebaran banjir berdasarkan debit rancangan yang telah diestimasi pada tahapan analisis banjir rancangan. Model aliran dibangun dengan mengintegrasikan debit banjir sebagai beban hidraulik bersama komponen fisik lingkungan, seperti topografi/terrain, nilai elevasi, penampang melintang, dan geometri sungai eksisting. Proses simulasi ini menghasilkan visualisasi profil muka air, luas daerah terdampak, serta kedalaman genangan. Memanfaatkan platform RAS Mapper, luaran simulasi tersebut dikonversi menjadi peta genangan banjir kuantitatif yang menjadi basis utama dalam mengidentifikasi wilayah terdampak dan mengevaluasi tingkat bahaya banjir di daerah penelitian (U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, 2026a, 2026b).

2.6 Analisis Bahaya dan Risiko Banjir

Analisis bahaya dilakukan dengan menilai karakteristik genangan, seperti luas area terdampak, kedalaman genangan, dan sebaran limpasan banjir; kemudian mengelompokkan tingkat ancaman ke dalam kategori tertentu sesuai kondisi wilayah penelitian. Selanjutnya, analisis risiko banjir dilakukan dengan menghubungkan tingkat bahaya banjir dengan kondisi wilayah terdampak, seperti penggunaan lahan, permukiman, dan unsur yang berpotensi mengalami kerugian, sehingga dapat diketahui tingkat risiko banjir pada lokasi penelitian.

2.7 Alternatif Pengendalian Banjir

Alternatif disusun dengan mempertimbangkan kondisi eksisting sungai, luas genangan, kedalaman banjir, serta kemampuan penampang sungai dalam menampung debit banjir rancangan, sehingga dapat menjadi dasar dalam penentuan bentuk penanganan yang paling sesuai pada lokasi penelitian. (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023; Pemerintah Republik Indonesia, 2011; U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, 2026).

2.8 Evaluasi Alternatif Pengendalian

Evaluasi alternatif pengendalian pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk menentukan prioritas penanganan banjir yang paling sesuai pada lokasi penelitian. Hasil pembobotan tersebut kemudian diolah untuk memperoleh nilai prioritas masing-masing alternatif, sehingga dapat ditentukan alternatif pengendalian banjir yang paling efektif dan layak diterapkan pada wilayah studi. Konsistensi penilaian juga diperiksa melalui nilai Consistency Ratio (CR) agar hasil keputusan yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara analitis. (Sari & Anwar, 2021; Penerapan AHP untuk Prioritas Penanganan Bencana Banjir, 2009).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Hidrologi dan Debit Banjir Rancangan

Tahapan awal dalam kajian pengendalian banjir ini adalah menentukan besaran debit banjir rancangan yang akan menjadi beban aliran pada Sungai Melayu dan Sungai Padolo. Pengujian kualitas data hujan dari stasiun pengamat yaitu stasiun kumbe menggunakan uji korelasi, uji ketiadaan tren, dan uji stasioneritas menunjukkan bahwa data curah hujan historis layak digunakan.

Besaran Debit Banjir Rancangan dengan metode SCS-Synder yang dihasilkan dan akan digunakan sebagai beban input pemodelan hidraulika (HEC-RAS) adalah sebesar:

Tabel 3.1 Besaran Debit Banjir Rancangan

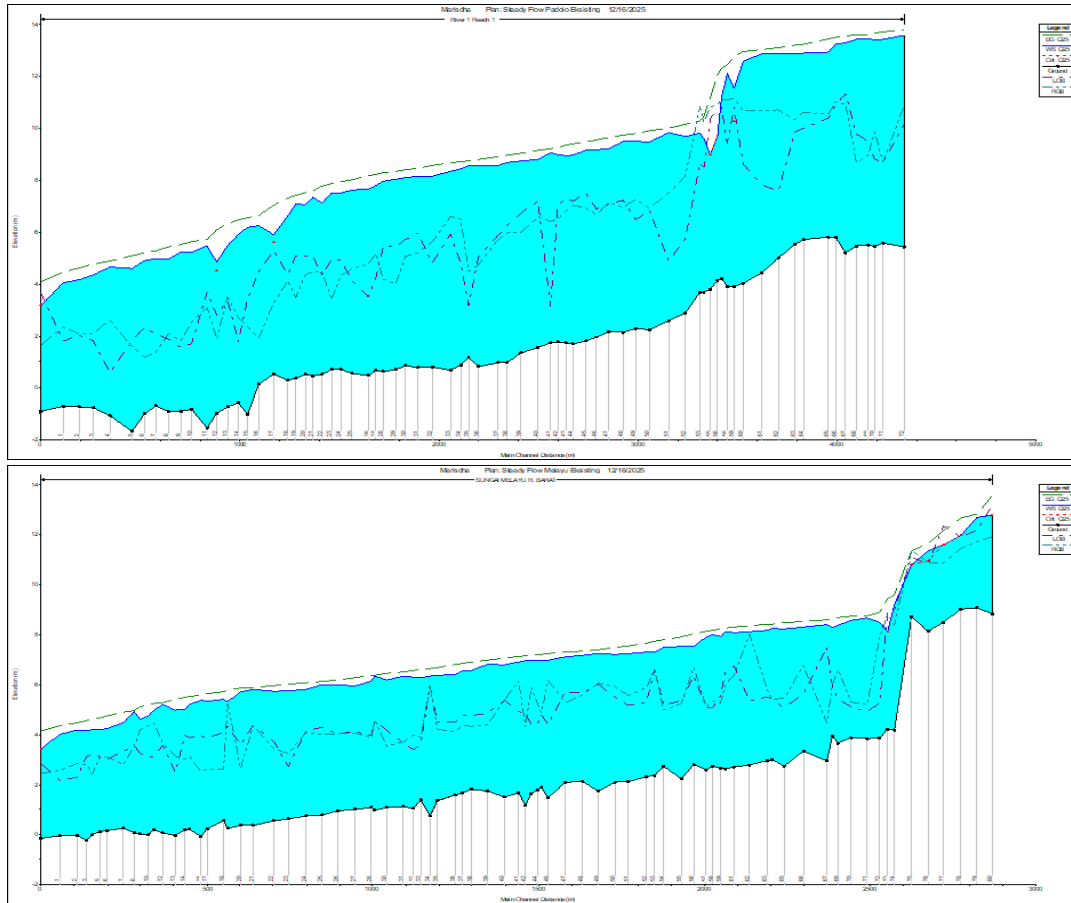
Kala Ulang (tahun)	Q maksimum (m ³ /dt)	Q maksimum (m ³ /dt)
	Sungai Padolo	Sungai Melayu
2	251,41	83,46
5	373,69	121,98
10	449,96	145,19
25	548,04	174,86
50	615,09	195,15
100	677,60	213,99
Qp (jam)	10	10

3.2 Pemodelan Sungai Eksisting

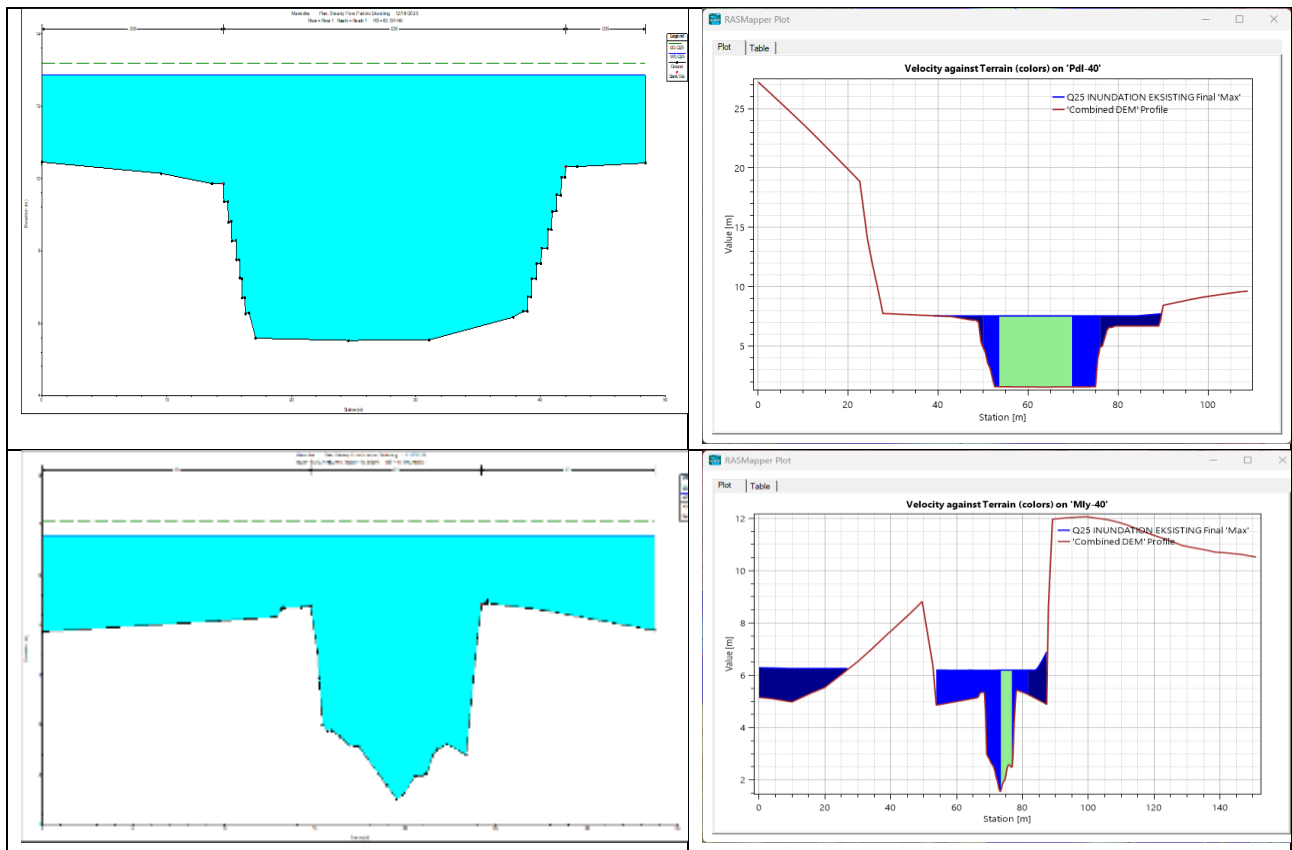
Pemodelan hidraulika dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS untuk mensimulasikan kondisi aliran pada Sungai Melayu dan Sungai Padolo. tahap awal dalam pemodelan hidraulika yaitu penyusunan model geometri. Model geometri dibuat berdasarkan data Digital Elevation Model (DEM), alur sungai, dan data penampang melintang sungai. Data tersebut kemudian diintegrasikan ke dalam HEC-RAS untuk membentuk representasi sistem sungai yang akan disimulasikan.

Setelah geometri model dibuat, langkah berikutnya adalah memasukkan kondisi batas (boundary condition) dan debit banjir rancangan sebagai data input simulasi. Debit banjir rancangan diperoleh dari hasil analisis hidrologi yang telah dilakukan pada subbab sebelumnya.

Dari hasil permodelan, diperoleh informasi mengenai elevasi muka air, kecepatan aliran, kedalaman genangan, serta bagian-bagian sungai yang mengalami luapan. HEC-RAS dapat digunakan untuk menampilkan hasil tersebut baik dalam bentuk profil memanjang, penampang melintang, maupun peta genangan melalui RAS Mapper.



Gambar 3.1 Profil Muka Air Kondisi Eksisting Q25 pada Sungai Padolo dan Sungai Melayu



Gambar 3.2 Potongan Melintang Kondisi Eksisting Q25 pada Sungai Padolo dan Sungai Melayu

3.3 Peta Sebaran Genangan Banjir

Hasil simulasi hidrolika selanjutnya divisualisasikan menggunakan RAS Mapper untuk memperoleh peta sebaran genangan banjir. Peta genangan digunakan untuk mengetahui batas luapan banjir serta distribusi area yang terdampak pada wilayah penelitian.

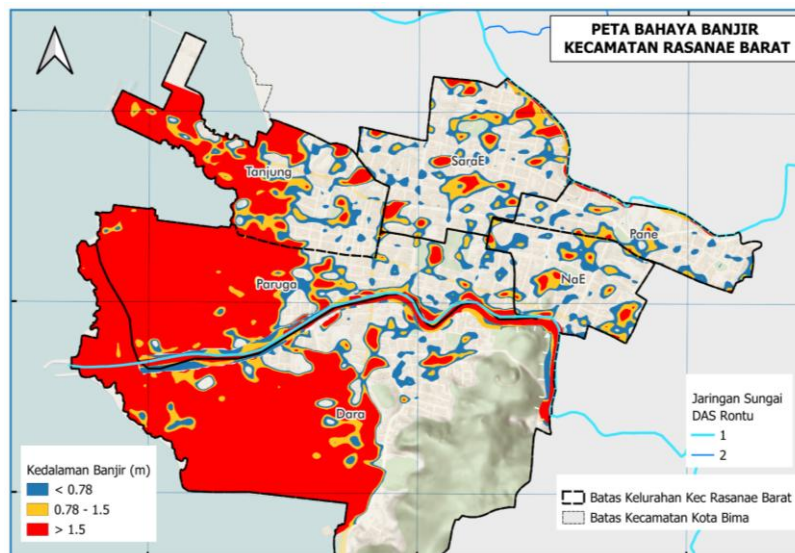
3.4 Analisis Kedalaman dan Luas Genangan

Tabel 3.2 Hasil Luas Genangan setiap kelurahan

No	Kelurahan	Luas Genangan (km ²)			Total Luas Genangan	Luas Genangan x Skor			Total Genangan x Skor	Indeks Ancaman	Kelas
		< 0.76	0.76 - 1.5	> 1.5		0.3333	0.6667	1			
1	Dara	0.093	0.089	0.728	0.910	0.031	0.059	0.728	0.818	0.899	Tinggi
2	Nae	0.060	0.034	0.010	0.104	0.020	0.023	0.010	0.052	0.503	Sedang
3	Pane	0.038	0.020	0.009	0.067	0.013	0.014	0.009	0.035	0.524	Sedang
4	Paruga	0.083	0.070	0.490	0.643	0.028	0.047	0.490	0.564	0.878	Tinggi
5	Sarae	0.091	0.057	0.037	0.185	0.030	0.038	0.037	0.105	0.569	Sedang
6	Tanjung	0.063	0.062	0.190	0.315	0.021	0.041	0.190	0.252	0.800	Tinggi

Berdasarkan Tabel 4.26, hasil analisis kedalaman dan luas genangan menunjukkan bahwa tingkat ancaman banjir di Kecamatan Rasanae Barat berbeda pada setiap kelurahan. Kelurahan Dara memiliki nilai luas genangan tertinggi sebesar 0,910 km² dengan indeks ancaman 0,899 sehingga termasuk dalam kelas tinggi.

3.5 Analisis Bahaya dan Risiko Banjir



Gambar 3.3 Peta Bahaya Banjir Kecamatan Rasanae Barat

Berdasarkan Gambar 4.11, sebaran bahaya banjir di Kecamatan Rasanae Barat menunjukkan bahwa tingkat bahaya tertinggi terkonsentrasi pada bagian barat dan selatan wilayah penelitian, terutama pada area Kelurahan Dara, Paruga, dan Tanjung yang didominasi oleh kelas kedalaman genangan lebih dari 1,5 m.

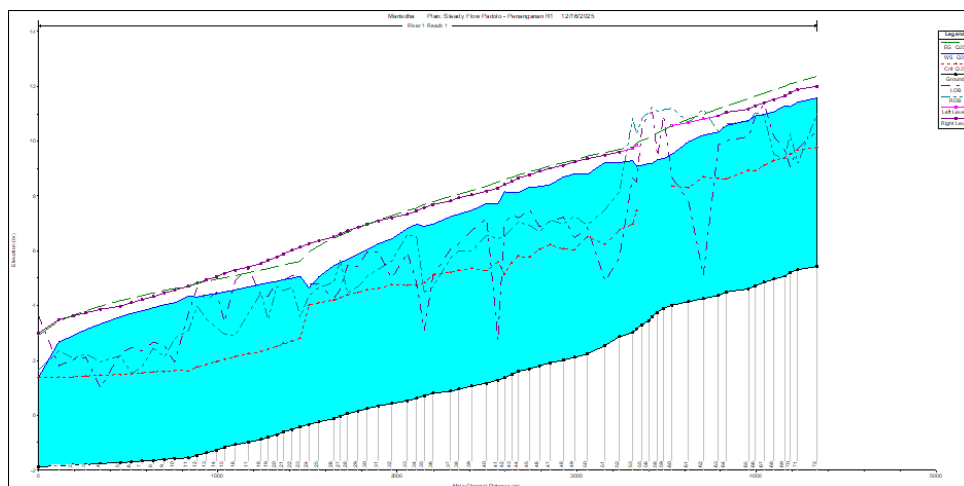
3.6 Pemodelan Rencana Pengendalian Banjir

Perencanaan pengendalian banjir dilakukan berdasarkan hasil analisis hidrologi, hidraulika, dan pemetaan genangan banjir yang telah dilakukan pada subbab sebelumnya. Alternatif yang dipilih disesuaikan dengan karakteristik permasalahan banjir pada Sungai Melayu dan Sungai Padolo serta mempertimbangkan kondisi eksisting wilayah penelitian. Tujuan perencanaan alternatif ini adalah untuk memperoleh solusi yang mampu mengurangi luas genangan, menurunkan tinggi muka air banjir, dan meningkatkan kapasitas sistem pengaliran sungai.

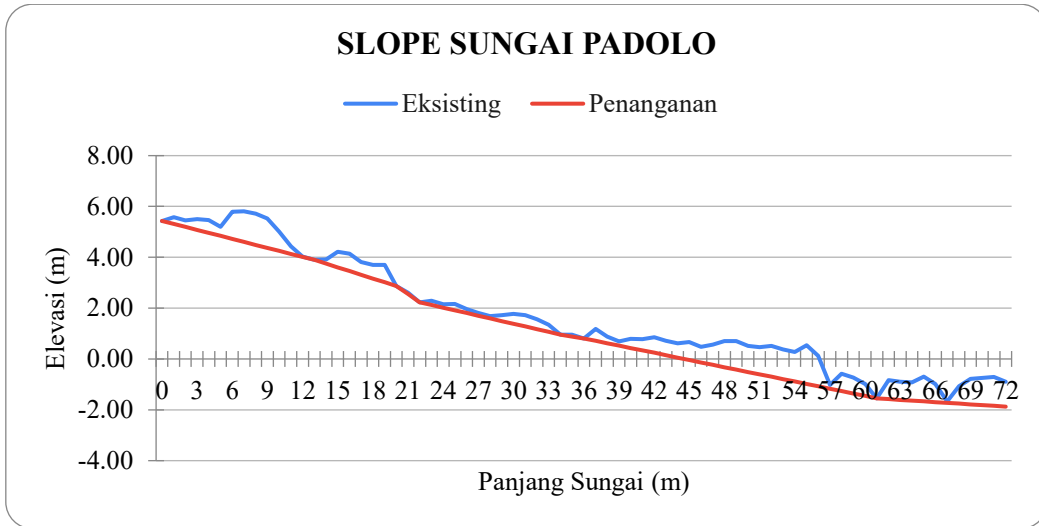
3.6.1 Pengendalian Banjir Normalisasi dan Peninggian Tanggul

Normalisasi dilakukan dengan tujuan meningkatkan kapasitas penampang sungai sehingga debit banjir yang lebih besar dapat dialirkan tanpa menyebabkan luapan. Upaya normalisasi dapat berupa pelebaran penampang sungai, pendalaman dasar sungai, maupun pembersihan sedimentasi yang mengurangi kapasitas tampung aliran. Sedangkan, Tanggul berfungsi sebagai bangunan pengendali yang bertujuan mencegah air sungai meluap ke daerah sekitar ketika terjadi debit banjir yang besar.

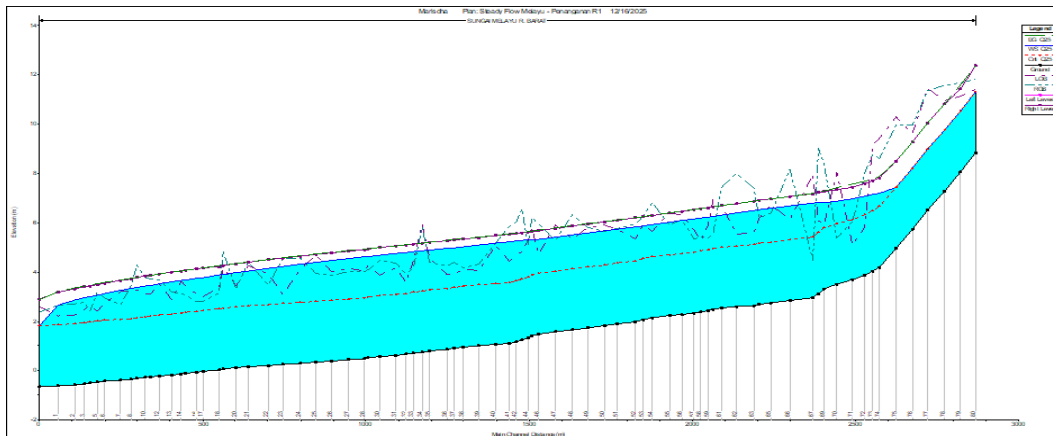
Alternatif normalisasi sungai dan pembangunan tanggul kemudian dimodelkan menggunakan HEC-RAS untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap kondisi banjir pada wilayah penelitian. Simulasi dilakukan dengan menggunakan debit banjir rancangan yang sama dengan simulasi kondisi eksisting sehingga hasil yang diperoleh dapat dibandingkan secara langsung. Didapatkan hasil sebagai berikut:



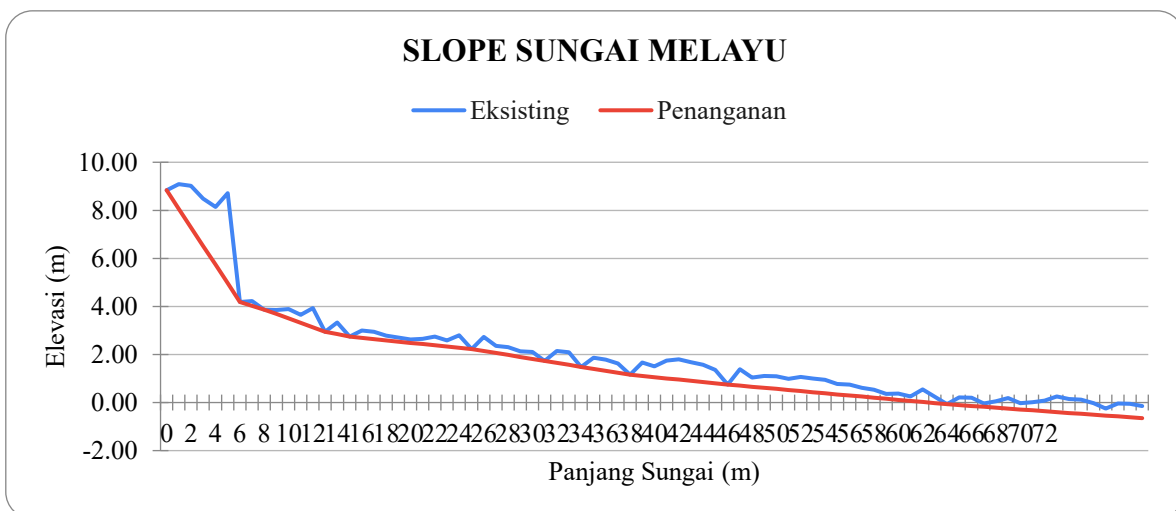
Gambar 3.4 Profil Muka Air Sungai Padolo dengan Tanggul (penanganan) Q25



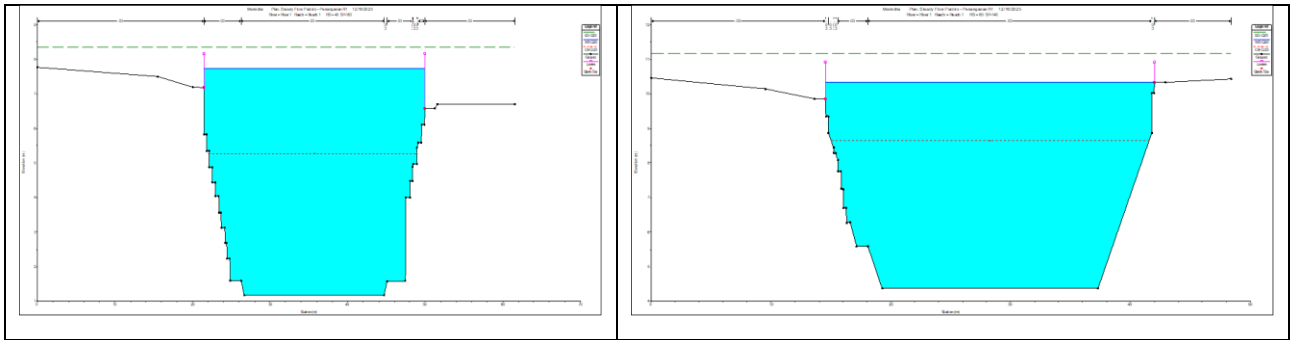
Gambar 3.5 Slope Dasar Sungai Padolo Eksisting dan Penganan



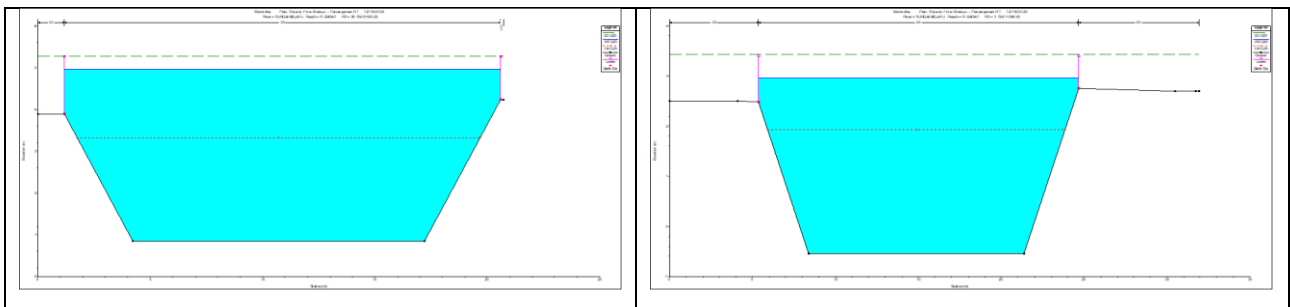
Gambar 3.6 Profil Muka Air Sungai Melayu dengan Tanggul (penanganan) Q25



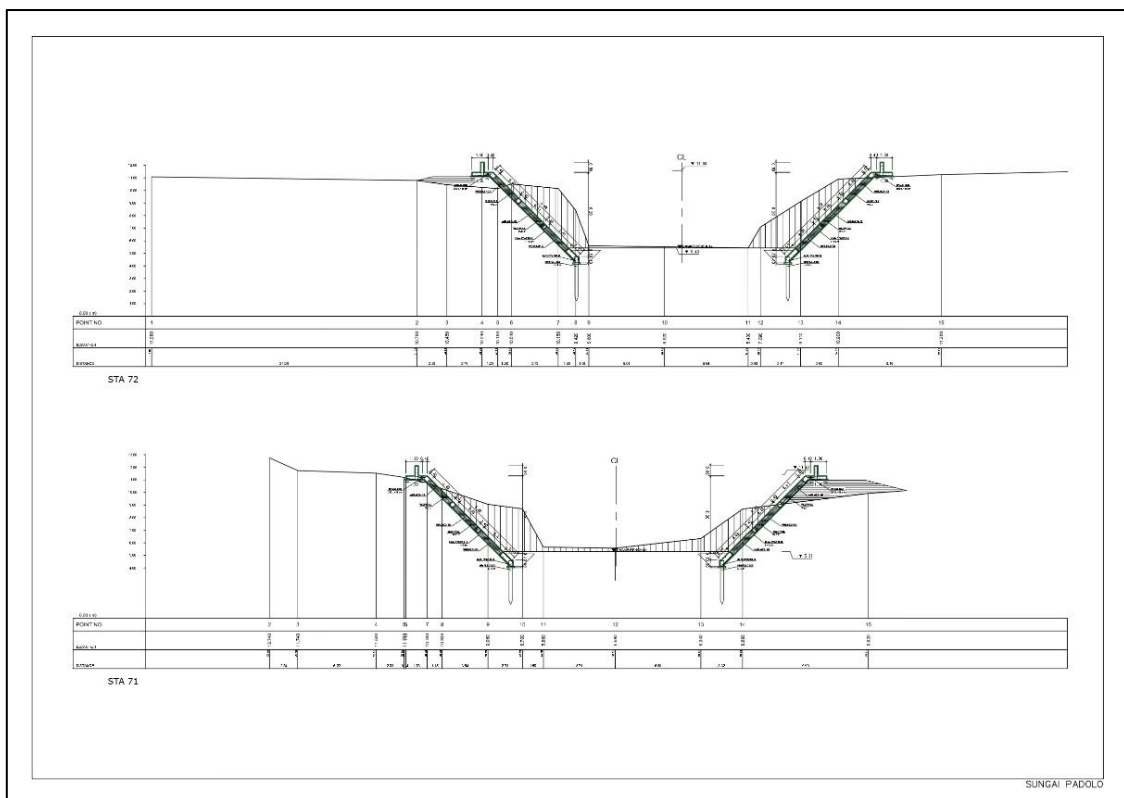
Gambar 3.7 Slope Dasar Sungai Melayu Eksisting dan Penganan



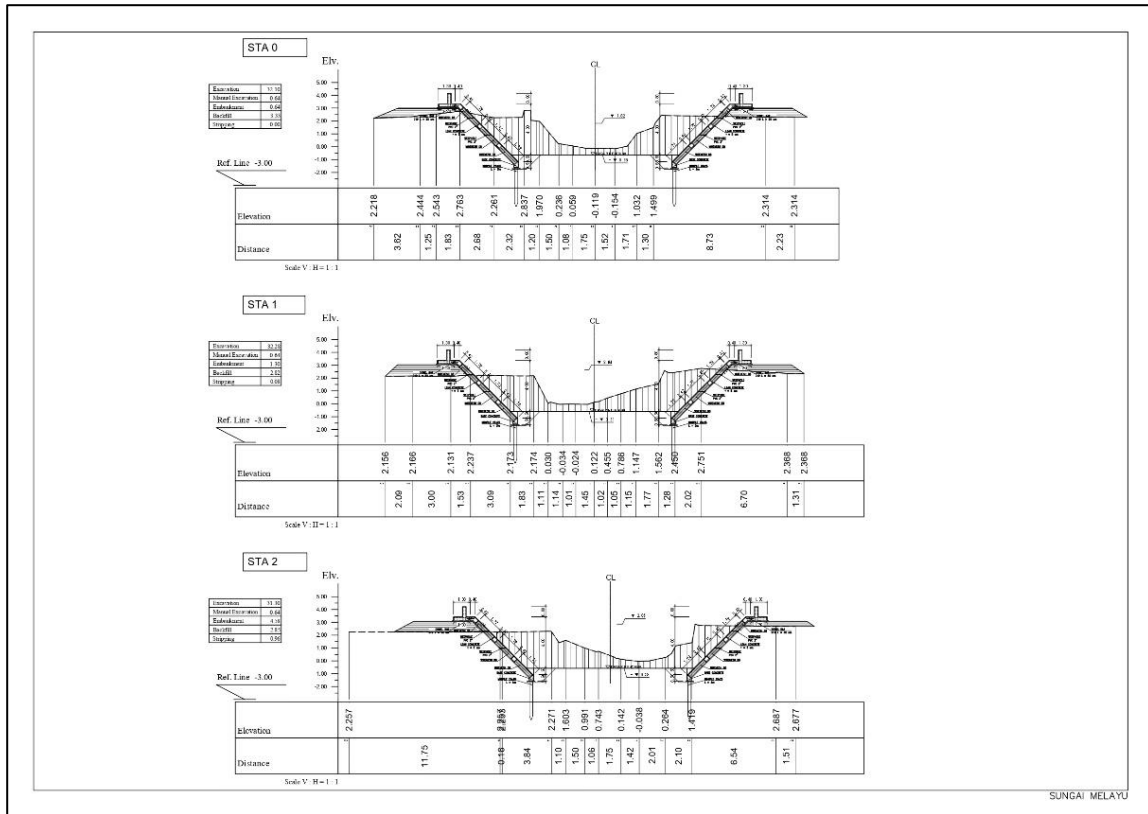
Gambar 3.8 Potongan Melintang Sungai Padolo dengan Tanggul (penanganan) Q25



Gambar 3.9 Potongan Melintang Sungai Melayu dengan Tanggul (penanganan) Q25



Gambar 4. 1 Desain Perencanaan pada Sungai Padolo (Hasil Analisa, 2026)



Gambar 4. 2 Desain Perencanaan pada Sungai Padolo (Hasil Analisa, 2026)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pemodelan yang telah dilakukan, diperoleh beberapa Kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Besaran Debit Banjir Rancangan dengan metode SCS-Synder yang dihasilkan dan akan digunakan sebagai beban input pemodelan hidraulika (HEC-RAS) adalah sebesar:
2. Genangan area studi terdampak oleh luapan banjir dari pemodelan debit banjir sungai dengan kala ulang Q25 pada Sungai Melayu dan di area studi terjadi genangan dari luapan pada Sungai Padolo.
3. Kondisi Genangan Eksisting: Luapan debit banjir rancangan pada kondisi eksisting mengakibatkan genangan dengan total luasan mencapai 2,224 km² yang tersebar di 6 (enam) kelurahan.
4. Tingkat Ancaman Banjir: Berdasarkan rekapitulasi indeks ancaman, terdapat tiga kelurahan yang masuk dalam klasifikasi kelas ancaman Tinggi (Zona Merah), yaitu Kelurahan Dara (luas genangan 0,910 km²), Kelurahan Paruga (0,643 km²), dan Kelurahan Tanjung (0,315 km²).
5. Hasil pemodelan pengendalian banjir dengan normalisasi dan pembangunan tanggul menggunakan debit banjir rancangan dengan kala ulang 25 tahun dapat mengurangi genangan banjir dan luapan pada sungai.

Daftar Pustaka

[1] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2017). Laporan kejadian banjir Kota Bima 2016. BNPB.

- [2] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Bima. (2017). Laporan penanganan darurat banjir Kota Bima 2016. BPBD Kota Bima.
- [3] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Jawa Timur. (2023). Banjir: Pengertian, penyebab, dan dampaknya. BPBD Provinsi Jawa Timur.
- [4] Badan Standardisasi Nasional. (2015). SNI 8066:2015 pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka dengan alat ukur arus. Badan Standardisasi Nasional.
- [5] Badan Standardisasi Nasional. (2016). SNI 2415:2016 tata cara perhitungan debit banjir rencana. Badan Standardisasi Nasional.
- [6] Direktorat Jenderal Bina Marga. (2005). Manual hidrolika untuk pekerjaan jalan dan jembatan: Buku 1 prinsip-prinsip hidrologi dan hidrolika.
- [7] Harto, S. (1993). Analisis hidrologi. Gramedia Pustaka Utama.
- [8] Intergovernmental Panel on Climate Change. (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Cambridge University Press.
- [9] Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate change 2021: The physical science basis. Cambridge University Press.
- [10] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 04/PRT/M/2015 tentang kriteria dan penetapan wilayah sungai. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- [11] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). Modul 3: Survey hidrologi dan hidrometri. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- [12] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2020). Pengukuran hidrologi. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- [13] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2022). Modul 07: Penanggulangan bencana banjir. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- [14] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2023). Modul 8: Perencanaan alur dan bangunan sungai. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.