



Perencanaan Pengendalian Banjir Kali Kedunglarangan Kabupaten Pasuruan¹

Flood Control Planning Kali Kedunglarangan Pasuruan Regency

Aprilia Gita Permata^{a,2}, Novie Handajani^b, Iwan Wahjudijanto^b

^a Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya No.1 Gunung Anyar Surabaya

^b Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya No.1 Gunung Anyar Surabaya

ABSTRAK

Kecamatan Bangil di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur terdapat Kali Kedunglarangan dengan panjang 39,69 km dan Daerah Aliran Sungai (DAS) Kedunglarangan seluas 324,01 km². Ketidak mampuan saluran drainase yang tidak mampu menampung aliran air hulu menyebabkan banjir di Kali Kedunglarangan. Hal tersebut terjadi dikarenakan hujan deras yang menggenangi beberapa wilayah salah satunya pada Desa Kalianyar. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perencanaan penanganan pengendalian banjir di daerah tersebut. Adapun metode yang dilakukan untuk penanganan banjir pada penelitian ini akan dilakukan dengan analisis debit banjir rancangan dengan kala ulang 25 tahun dan analisis kapasitas saluran menggunakan HEC_RAS. Analisis dilakukan pada debit rancangan digunakan untuk perencanaan penambahan tinggi tanggul pada setiap segmen sungai untuk mengurangi debit banjir. Hasil pada penelitian ini diperoleh dengan penambahan tinggi tanggul pada segmen 1 dengan debit (Q) sebesar 254,404 m³/dt, dilakukan dengan memberikan penambahan pada tinggi tanggul sebelah kiri sebesar 4 m dan sisi tanggul sebelah kanan dengan tinggi 3,5 m, Segmen 2 dengan debit air sungai 550,839 m³/dt, penambahan tinggi tanggul sisi kiri dan kanan masing-masing 6,5 m dan 4 m, masing-masing dan segmen 3 dengan debit air sungai 680,997 m³/dt, dilakukan dengan penambahan tinggi tanggul pada sisi kiri dan kanan sebesar 5m dan 2,5m.

Kata kunci: banjir, Kali Kedunglarangan, HEC-RAS

ABSTRACT

Bangil Subdistrict in Pasuruan Regency, East Java contains the Kedunglarangan River with a length of 39.69 km and the Kedunglarangan Watershed (DAS) covering an area of 324.01 km². The inability of the drainage channel which is unable to accommodate the upstream water flow causes flooding in the Kedunglarangan River. This happened due to heavy rains that inundated several areas, one of which was in Kalianyar Village. This study aims to determine the planning of flood control management in the area. The method used for flood management in this study will be carried out by analyzing the design flood discharge with a return period of 25 years and the channel capacity analysis using HEC_RAS. The analysis was used for planning the addition of the embankment height in each river segment to reduce flood discharge. The results in this study were obtained by adding the height of the embankment in segment 1 with a discharge (Q) of 254.404 m³/s, carried out by adding an addition to the height of the left embankment by 4 m and the right side of the embankment with a height of 3.5 m, Segment 2 with river water discharge 550,839 m³/s, the addition of the height of the embankment on the left and right sides is 6.5 m and 4 m, respectively and segment 3 with a river water discharge of 680,997 m³/s, is done by adding the height of the embankment on the left and right by 5m and 2.5m.

Keywords: flood, Kali Kedunglarangan, HEC-RAS

¹ Info Artikel: Received: 9 Mei 2022, Accepted: 7 Juni 2022

² Corresponding Author: Aprilia Gita Permata, aprilagitapermata02@gmail.com

PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia yang sebagian besar wilayahnya dikelilingi oleh daerah perairan menyebabkan seringnya dilanda banjir setiap tahunnya. Hujan deras yang terjadi setiap musim menjadi alasan utama terjadinya banjir. Selain itu, pengaruh alam sekitar, meluapnya air sungai, dan juga perilaku masyarakat juga menjadi salah satu pemicu kejadian banjir di wilayah Indonesia.

Salah satu sungai yang berada di kecamatan Bangil, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur yang sering terjadi banjir yaitu terjadi di Kali Kedunglarangan. Kali Kedunglarangan yang memiliki panjang sungai sebesar 39,69 km dengan Daerah Aliran Sungai (DAS) pada Kali Kedunglarangan juga diketahui seluas 324,01 km². Lokasi pada daerah Kali Kedunglarangan yang terletak di daerah dataran rendah juga menjadi alasan tingginya potensi terjadinya curah hujan dengan intensitas yang tinggi.

DAS Kali Kedunglarangan merupakan daerah aliran sungai utama di Kabupaten Pasuruan. Akibat padatnya pemukiman penduduk di DAS Kedunglarangan yang menyebabkan terjadinya banjir di wilayah pemukiman, sekolah, sarana dan fasilitas publik yang terdapat di daerah sekitar. Banjir yang terjadi di daerah sungai Kedunglarangan lebih dikarenakan luapan air sungai yang tidak mampu menampung luapan air setelah adanya hujan ekstrem yang terjadi di daerah hulu sungai. Banjir di Sungai Kedunglarangan membanjiri beberapa wilayah khususnya di Kabupaten Pasuruan. Daerah tersebut sering terendam banjir, salah satunya di Desa Kalianyar.

Setiap musim hujan terjadi, debit air yang keluar dari Kali Kedunglarangan meningkat sehingga mengakibatkan jebolnya tanggul sungai di kawasan Kali Kedunglarangan (Permata, 2022). Dalam kurung waktu 10 tahun terakhir, tanggul jebol dua kali dan menyebabkan kerugian harta benda penduduk di sekitar Kali Kedunglarangan terutama disekitar penduduk Desa Kalianyar. Tindakan perlindungan banjir baik secara struktural maupun non-struktural diperlukan sebagai upaya meminimalisir risiko kerusakan yang terjadi serta timbulnya kerugian akibat banjir.

METODOLOGI

Pengumpulan Data

Data penelitian ini berupa data hidrologi, yaitu hujan dan data hidrolika yaitu data topografi, data *cross section* dan *long section* sungai.

Data curah hujan

Data hidrologi penelitian ini berupa curah hujan menggunakan kurun waktu 10 tahun, yaitu 2011 sampai tahun 2020. Data curah hujan dikumpulkan dari stasiun hujan di beberapa daerah seperti stasiun Badong, Tanggul, Wilo, Winong, Jawi, Prigen, Bangil, dan Bekacak (Permata, 2022).

Pengukuran memanjang dan melintang

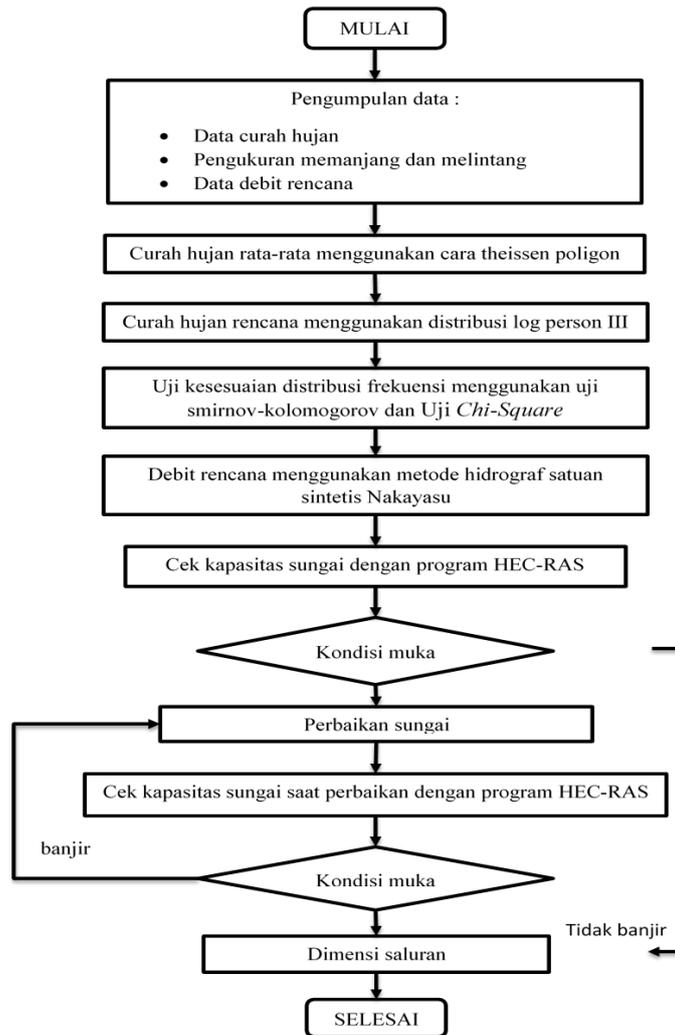
Pekerjaan pengukuran profil memanjang dan profil melintang yang dilakukan disepanjang Kali Kedunglarangan dengan jarak antara tiap titik patok adalah 50 m.

Alanisis debit rencana

Analisis debit rencana yaitu untuk menilai debit banjir maksimum dengan periode pengulangan 10 tahun dengan metode Nakayasu.

Langkah-langkah Pengerjaan

Langkah-langkah pelaksanaan penelitian secara sistematis :



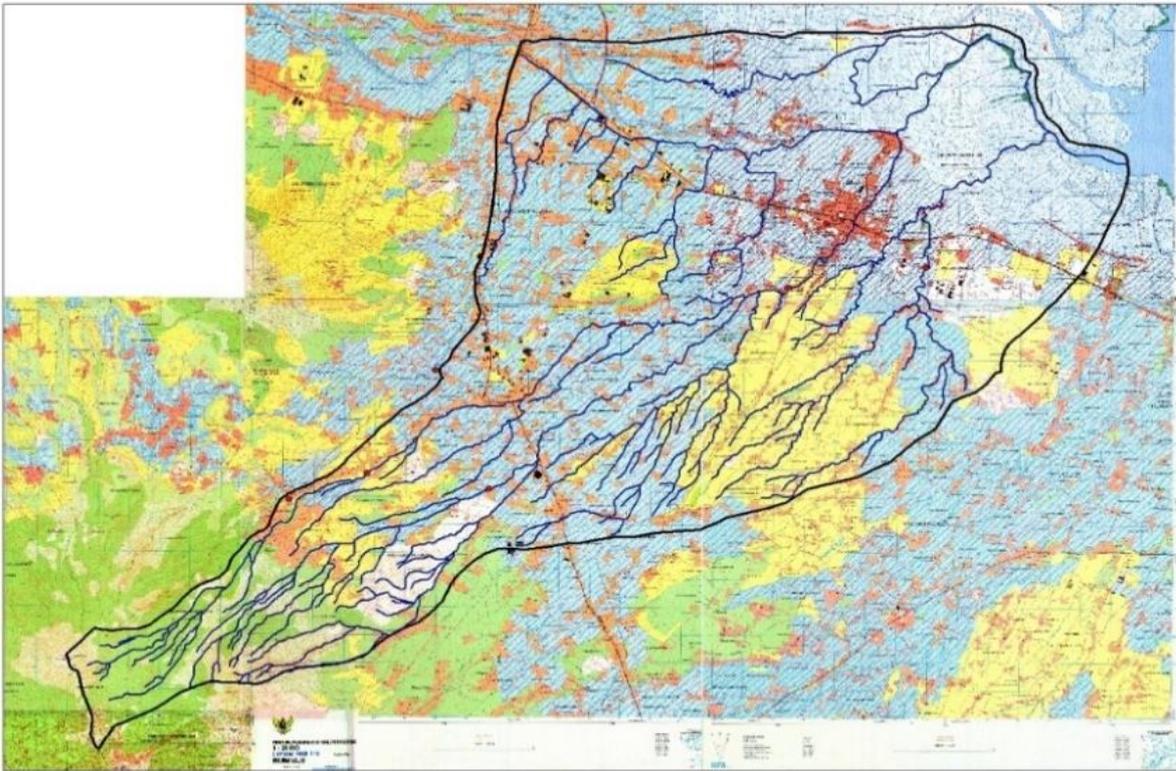
Gambar 1. Tahapan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah Aliran Sungai (DAS)

DAS merupakan daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung perbukitan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan terakumulasi menuju sungai utama (Triatmojo, 2008). Penentuan DAS berdasarkan garis-garis kontur pada peta topografi. Peta topografi yang digunakan adalah Peta Rupabumi Digital Indonesia dengan skala 1:25.000.

Berdasarkan perhitungan yang diperoleh dapat diketahui luas total DAS Kedunglarangan adalah sebesar 324,01 km².



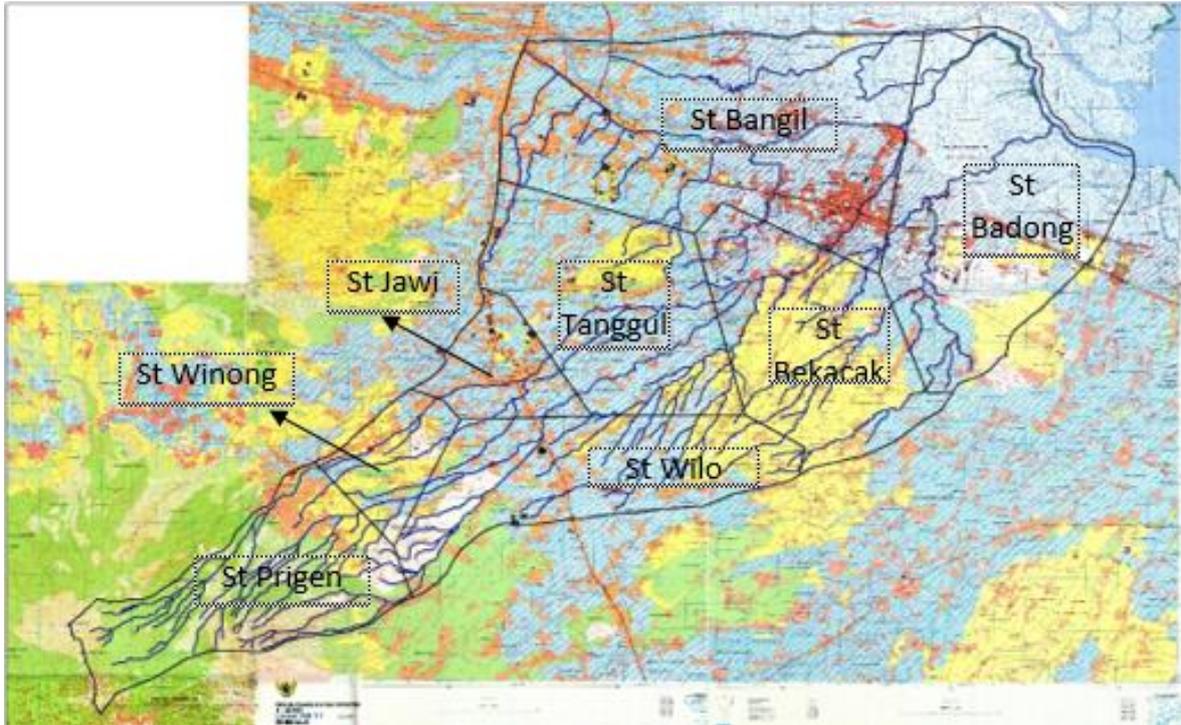
Gambar 2. DAS Kedunglarangan
Sumber : UPT PSDA Kabupaten Pasuruan

Analisa Curah Hujan

Luas pengaruh polygon Thiessen

Pada DAS Kedunglarangan terdapat 8 stasiun hujan yang berpengaruh. Adapun 8 stasiun hujannya adalah stasiun hujan Badong, Bangil, Bekacak, Jawi, Tanggul, Wilo, Winong, dan Prigen.

Gambar 3 dan tabel 1 menunjukkan hasil peta luas pengaruh Thiessen Poligon DAS Kedunglarangan.



Gambar 3. Luas pengaruh poligon Thiessen
Sumber : UPT PSDA Kabupaten Pasuruan

Tabel 1. Luas pengaruh polygon Thiessen DAS Kedunglarangan

POS Hujan	Luas (km²)	W (%)
BADONG	60.90	0.188
BANGIL	77.63	0.240
BEKACAK	40.34	0.125
JAWI	11.68	0.036
PRIGEN	38.23	0.118
TANGGUL	42.52	0.131
WILO	39.80	0.123
WINONG	12.91	0.040
TOTAL	324.01	1.000

Curah hujan rata-rata

Perhitungan curah hujan maksimum tahun 2011 – 2020 diperoleh dari Dinas PU PSDA Provinsi Jawa Timur dan Dinas UPT PSDA Kabupaten Pasuruan.

Tabel 2. Perhitungan curah hujan harian berdasarkan curah hujan maksimum rata-rata

No.	Tahun	Bulan	Tinggi Hujan Pada Stasiun Hujan								Rata-rata Thiessen Polgon
			Badong	Bangil	Bekacak	Jawi	Prigen	Tanggul	Wilo	Winong	
1	2011	16-Des	98	85	124	97	145	80	195	185	116.651
2	2012	2-Jan	114	100	190	150	128	91	150	98	123.824
3	2013	15-Jan	187	118	175	156	160	103	210	122	153.883
4	2014	6-Jan	161	141	121	156	150	103	210	122	146.604
5	2015	31-Des	118	101	94	91	141	135	170	110	120.979
6	2016	17-Des	135	130	121	95	128	199	85	150	132.646
7	2017	12-Des	108	141	133	120	110	130	185	185	135.101
8	2018	18-Feb	91	50	63	123	130	100	115	155	90.125
9	2019	31-Jan	83	53	73	87	185	68	121	110	90.522
10	2020	27-Feb	102	212	92	130	203	132	120	136	147.539

Curah hujan rencana

Perhitungan curah hujan maksimum yaitu selama 10 tahun, pada tahun 2011 - 2020 yang didapat dari Dinas PU PSDA Provinsi Jawa Timur dan Dinas UPT PSDA Kabupaten Pasuruan.

Tabel 3. Curah hujan rencana untuk beberapa periode

R (mm)	K (mm)	Log R (mm)	R (mm)
2	0.142	2.105	127.234
5	0.855	2.163	145.603
10	1.154	2.188	154.093
25	1.423	2.210	162.122
50	1.571	2.222	166.732

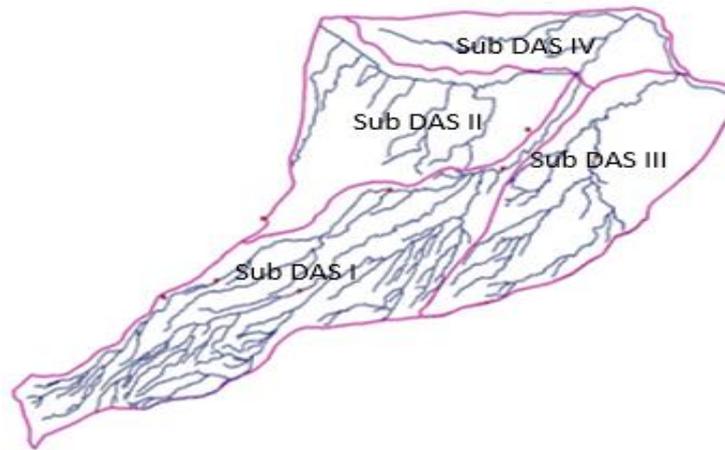
Perhitungan Analisa Debit Banjir

Perhitungan debit banjir pada Das Kedunglarangan seperti pada gambar 4, dibagi menjadi 4 sub DAS dengan luas Sub DAS I sebesar 164,717 km², sub DAS II sebesar 74,450 km², sub DAS III sebesar 57,345 km², dan sub DAS IV sebesar 27,489 km².

Hidrograf Debit Banjir Rencana

Debit banjir rancangan dianalisis menggunakan metode Nakayasu. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu ditunjukkan pada persamaan 1 (Soemarto, 1987).

$$Qp = \frac{1}{3,6} \times \frac{A \times Ro}{(0,3 \times Tp) + T_{0,3}} \quad (1)$$



Gambar 4. Luasan Tiap Sub DAS Kedunglarangan

Persamaan yang digunakan untuk menghitung lengkung Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu adalah sebagai berikut :

$$\text{Lengkung naik} : t \leq Tp \tag{2}$$

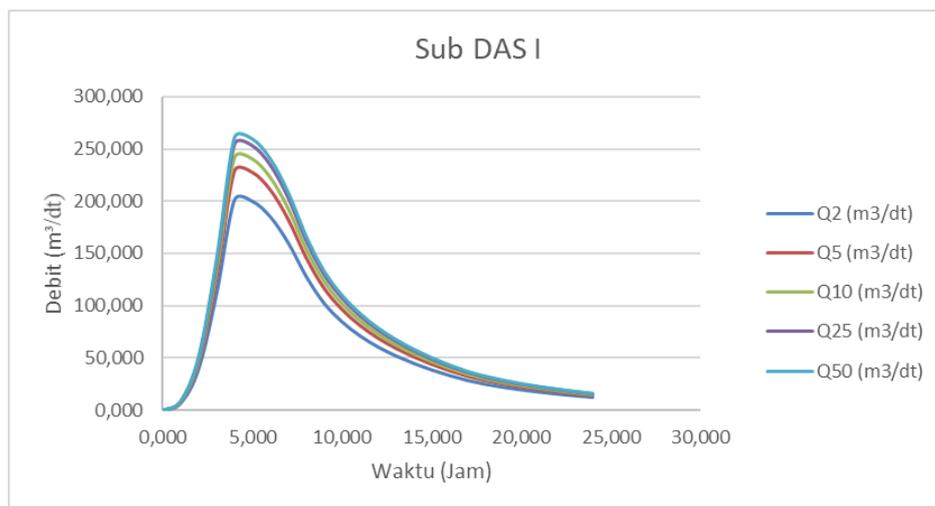
$$\text{Lengkung turun I} : Tp \leq t \leq Tp + T_{0,3} \tag{3}$$

$$\text{Lengkung turun II} : Tp + T_{0,3} \leq t \leq Tp + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} \tag{4}$$

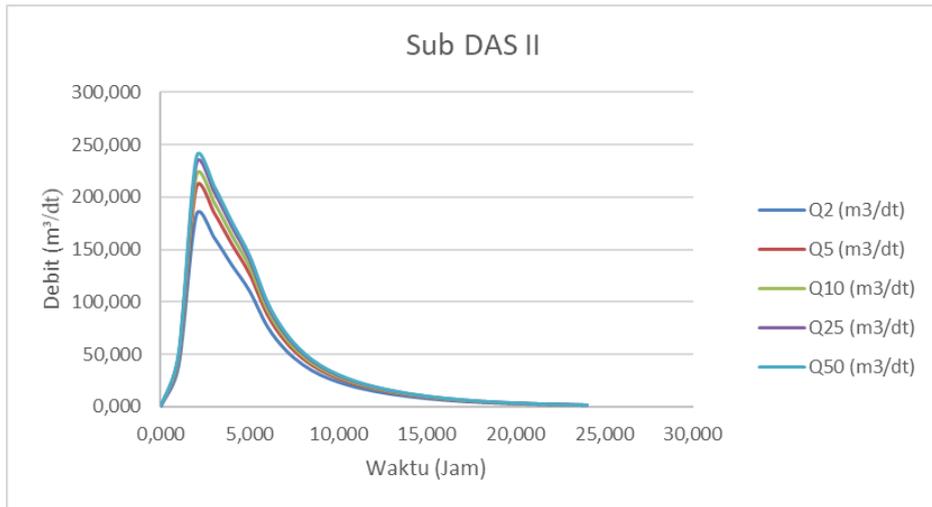
$$\text{Lengkung turun III} : t \geq Tp + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} \tag{5}$$

dimana Qp adalah debit puncak banjir (m^3/dt), Ro adalah hujan satuan (mm), Tp adalah tenggang waktu dari permulaan hujan menuju puncak banjir (jam), $T_{0,3}$ adalah waktu yang diperlukan untuk penurunan puncak banjir sampai 30%.

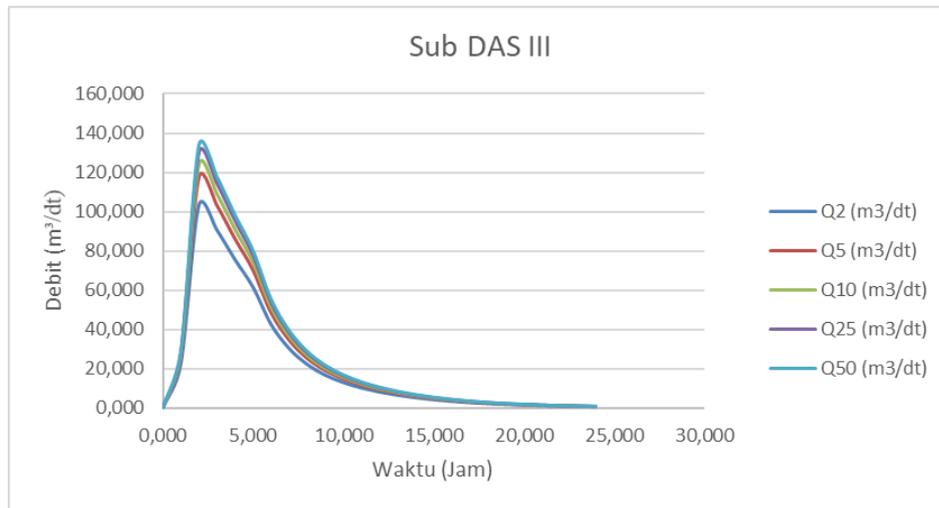
Hasil analisa menggunakan Metode HSS Nakayasu adalah sebagai berikut :



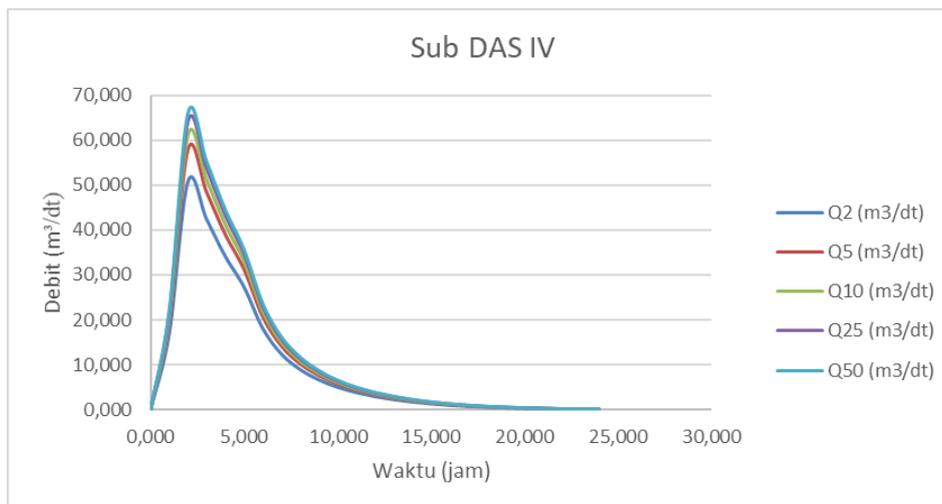
Gambar 5. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Sub DAS I



Gambar 6. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Sub DAS II



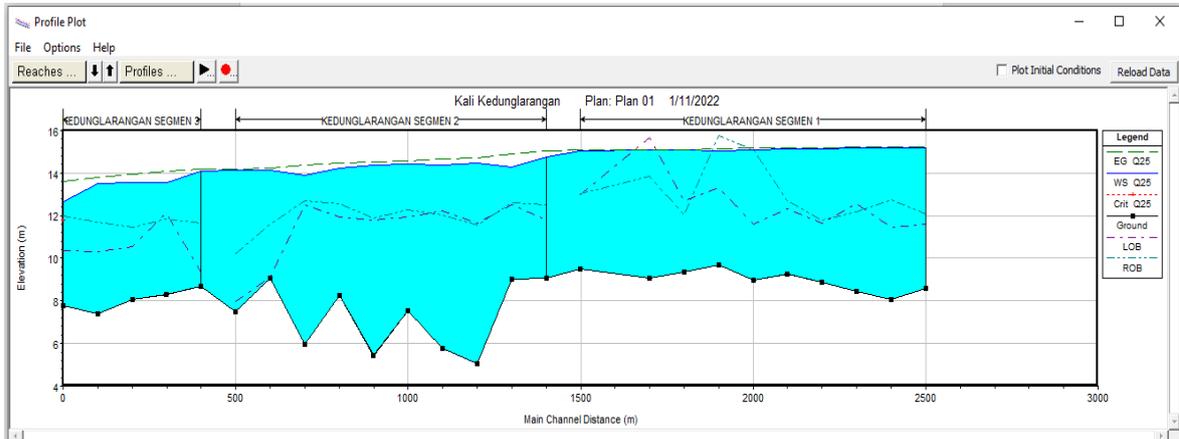
Gambar 7. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Sub DAS III



Gambar 8. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Sub DAS IV

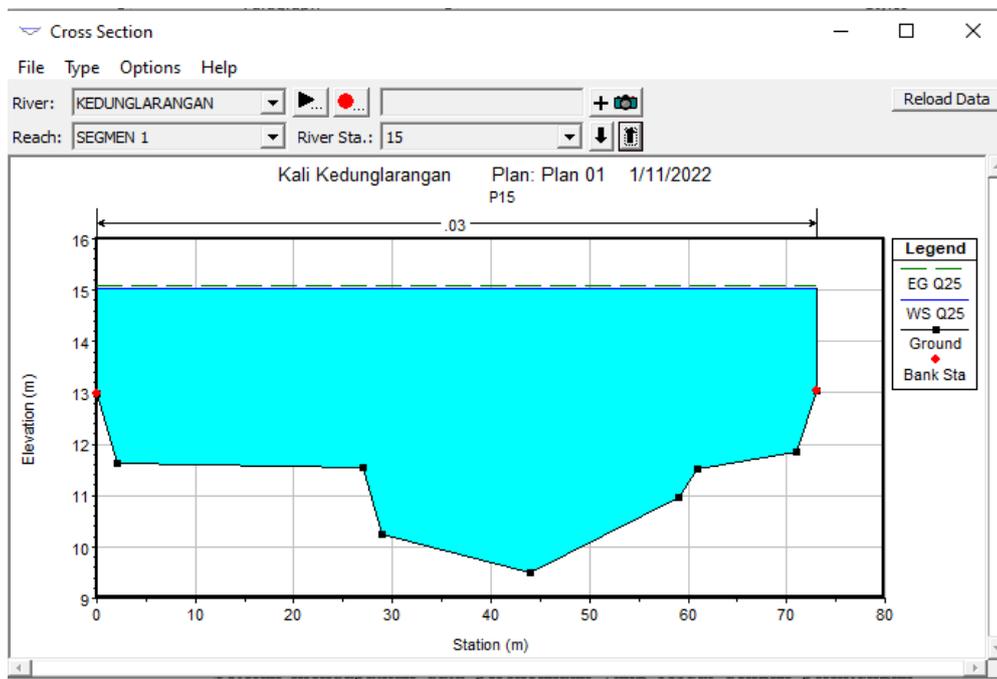
Analisa Kapasitas Eksisting Menggunakan Program HEC-RAS

Data yang digunakan saat analisa menggunakan HEC-RAS adalah model saluran, data dimensi saluran dan elevasi, koefisien manning, batas hilir sungai dan data hidrograf banjir Kali Kedunglarangan. Pemodelan banjir dengan debit kala ulang 25 tahun untuk menganalisa tampungan eksisting Kali Kedunglarangan.



Gambar 9. Potongan memanjang Kali Kedunglarangan (eksisting) saat Q25

Dari gambar dapat dilihat bahwa elevasi muka air hampir semua titik STA. di Kali Kedunglarangan melebihi tanggul sungai yang ada, hal tersebut menyebabkan banjir di Kali Kedunglarangan.



Gambar 10. Potongan melintang Kali Kedunglarangan (eksisting) saat Q25

Pada Gambar 10 terlihat muka air melebihi elevasi tanah tertinggi sehingga terlihat air meluber atau banjir pada saat Q25 tinggi elevasi muka air adalah 2 m.

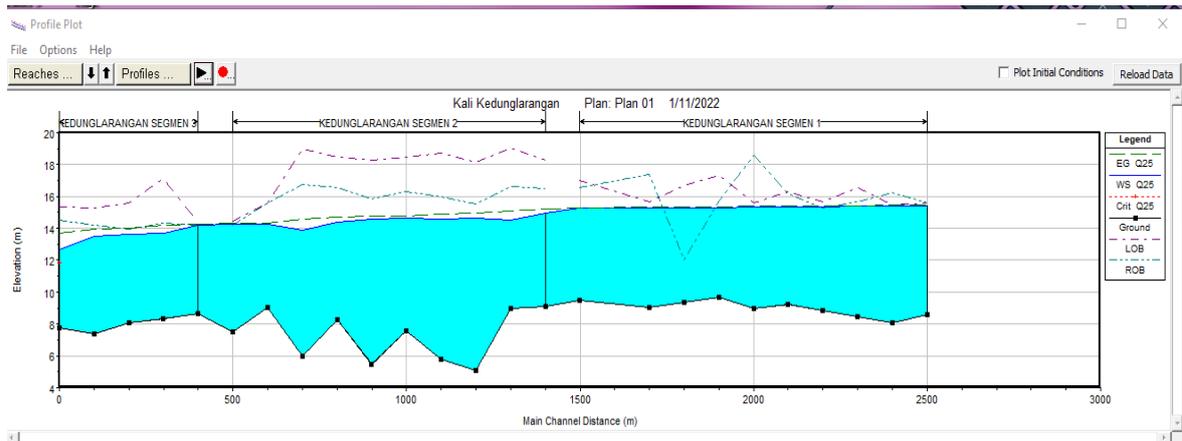
Perencanaan Penambahan Tinggi Tanggul

Perencanaan pengendalian banjir Kali Kedunglarangan dilakukan dengan cara penambahan tinggi tanggul yang ada.

Penambahan tinggi tanggul dilakukan dengan dasar elevasi muka air tertinggi maka didapatkan tinggi tanggul rencana pada setiap segmen yaitu :

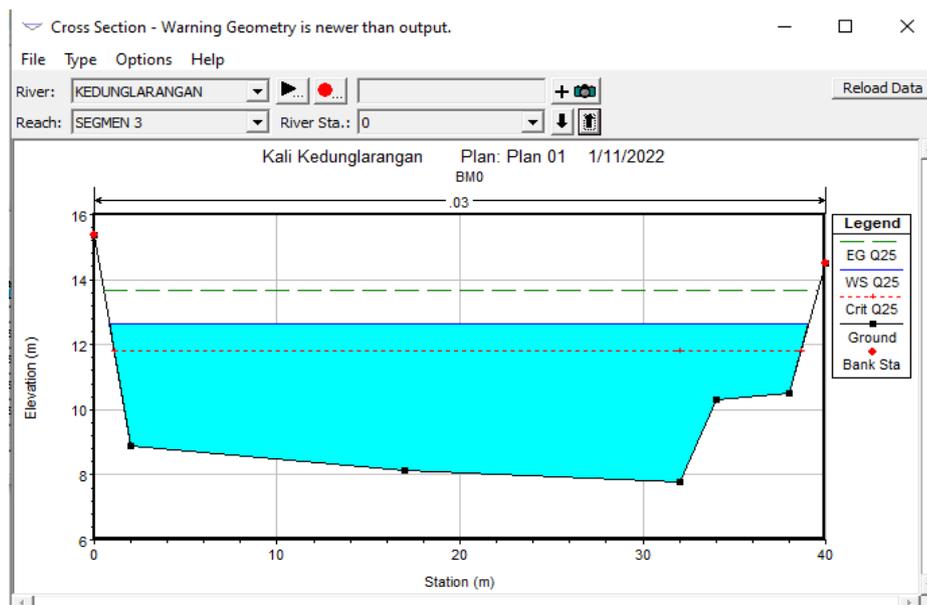
1. Segmen I penambahan tinggi tanggul pada sisi kanan kiri setinggi 3-4 m.
2. Segmen II penambahan tinggi tanggul pada sisi kanan kiri setinggi 4-6 m.
3. Segmen III penambahan tinggi tanggul pada sisi kanan kiri setinggi 2-5 m.

Dengan menaikkan tinggi tanggul, maka dapat diperoleh hasil sebagai berikut :



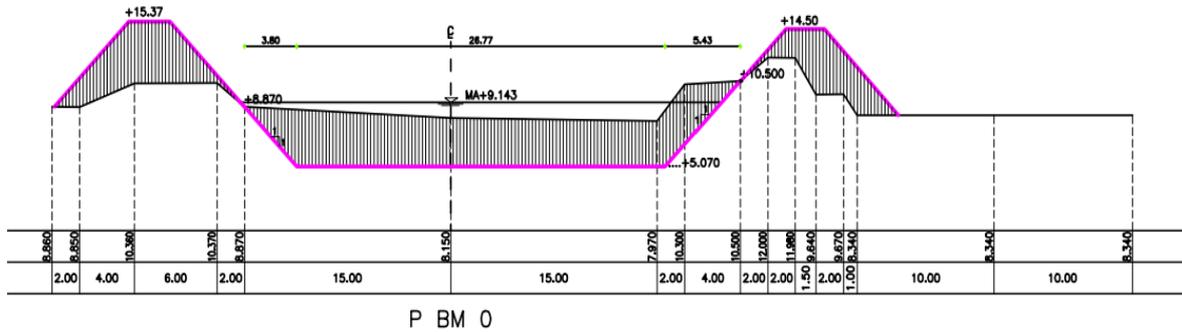
Gambar 11. Potongan memanjang hasil analisis HEC-RAS dengan menaikkan tinggi tanggul

Setelah dilakukan perbaikan sungai dengan cara penambahan tinggi tanggul pada beberapa titik yang masih banjir, dapat dilihat pada gambar 11 elevasi muka air yang terjadi tidak melampaui tinggi tanggul sungai yang ada.



Gambar 12. Potongan melintang hasil analisis HEC-RAS dengan menaikkan tinggi tanggul

Penambahan tanggul sisi kanan kiri setinggi 4-6 m (karena STA.14 terdapat di segmen dua) sehingga tinggi muka air tidak melebihi tebing yang ada atau air tidak meluber.

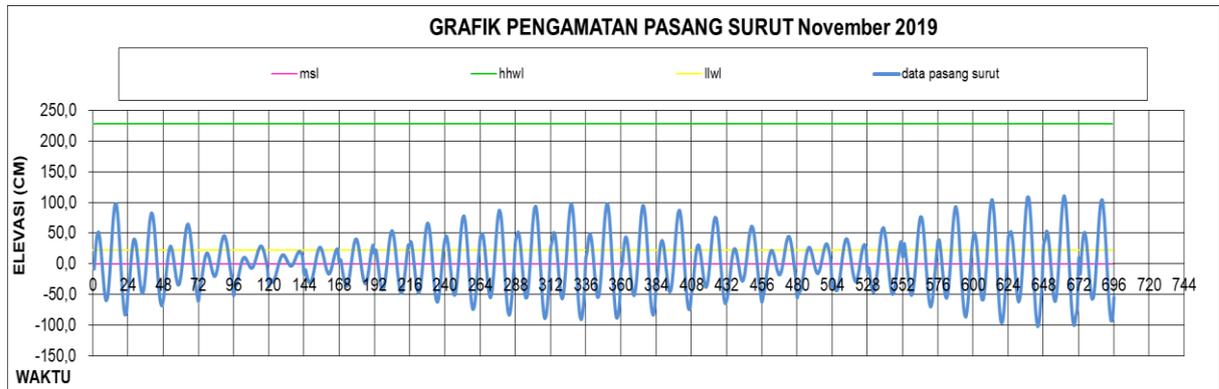


Gambar 13. Potongan Melintang Saat Kondisi Eksisting dan Saat Kondisi Rencana

Setelah dilakukan penambahan tanggul tinggi muka air tidak melebihi tebing yang ada atau air tidak meluber.

Pasang Surut

Analisis pasang surut di muara Kali Kedunglarangan dilakukan dengan menggunakan data pasut 2019. Dari hasil analisa pasang surut air laut diperoleh tinggi muka air laut (H) adalah sebesar 2,28 m.



Gambar 14. Grafik pasang surut

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan, debit banjir yang diprediksi pada Kali Kedunglarangan adalah 201,092 m³/s dengan probabilitas 2 tahun (Q2), 229,161 m³/s dengan probabilitas 5 tahun (Q5), dan 242,134 m³/s dengan probabilitas 10 tahun dan 254.404 m³/s dengan probabilitas 25 tahun (Q25). Pada probabilitas 25 tahun tersebut, hampir setiap ruas Kali Kedunglarangan meluap sehingga dapat diverifikasi dengan menggunakan program HEC-RAS 6.0.

Metode yang digunakan untuk mengatasi masalah luapan Kali Kedunglarangan dapat dilakukan dengan menaikkan ketinggian tanggul sekitar 2 - 5 meter yang dilakukan pada masing-masing segmen dari Kali Kedunglarangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Permata, A. G. (2022). *PERENCANAAN PENGENDALIAN BANJIR KALI KEDUNGLARANGAN KABUPATEN PASURUAN*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
- Das, B. M. (1993). *Mekanika Tanah (Prinsip -Prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Harto, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Nugroho, S. (2008). "Analisis Curah Hujan Penyebab Banjir Besar Di Jakarta Pada Awal Februari 2007". *JAI*. 4 (1), 50-56.
- Saud, S. (2007). "Kajian Penanggulangan Banjir di Wilayah Pematusan Surabaya Barat". *Jurnal Aplikasi*. 3 (1), 1-10.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data* . Bandung: Nova.
- Soemarto, C.D. (1987). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Sosrodarsono, S. (1994). *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Suadnya, D., Sumarauw, J., Mananoma, T. (2017). "Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Banjir Sungai Sario Di Titik Kawasan Citraland". *Jurnal Teknik Sipil*.5 (3), 143-150.
- Syahputra, I. (2015). "Kajian Hidrologi dan Analisa Kapasitas Tampang Sungai Krueng Langsa Berbasis HEC-HMS dan HEC-RAS". *Jurnal Teknik Sipil*.1 (1), 15-28.
- Triatmojo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.