

STUDI PERENCANAAN NORMALISASI SUNGAI KOBE DI KECAMATAN WEDA TENGAH KABUPATEN HALMAHERA TENGAH

Nana Rihana Y. Wele¹, Azizah Rokhmawati, ², Bambang Suprpto ³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: nanarihanaywele@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: azizah.rachmawati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: bambang.suprpto@unisma.ac.id

ABSTRAK

Sungai Kobe adalah salah satu sungai yang ada di Kabupaten Halmahera Tengah tepatnya di Kecamatan Weda Tengah dengan Panjang 45 km dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) 814,32 km². Sepanjang aliran sungai Kobe tidak memiliki bangunan pengendalian banjir seperti tanggul. Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk mengendalikan banjir adalah dengan melakukan perencanaan tanggul sungai. Tanggul merupakan salah satu cara yang sangat penting dalam usaha untuk pencegahan banjir. Di dalam perhitungan debit banjir rancangan dari data hujan 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2011-2020 dengan 3 stasiun diantaranya Stasiun Kobe, Stasiun Weda, dan Stasiun Nusliko. Penggunaan aplikasi HEC-RAS juga dilakukan dengan cara menganalisa curah hujan rata-rata, menghitung curah hujan rencana, menghitung kapasitas sungai, dan memasukkan data-data terkait dalam aplikasi HEC-RAS. Hasil penelitian debit banjir rancangan dengan menggunakan Metode *HSS Nakayassu* dengan kala ulang 25 tahun adalah sebesar 2206,2 m³/det. Berdasarkan perolehan dari debit banjir tersebut maka Sungai Kobe Kabupaten Halmahera Tengah perlu dilakukan perencanaan tanggul dengan tinggi tanggul 6,49 = 6,50 m dari permukaan tanah dan lebar tanggul yaitu 5 m.

Kata kunci: HEC-RAS, Pengendalian Banjir, Tanggul.

ABSTRACT

*The Kobe River is one of the rivers in Central Halmahera Regency, precisely in Central Weda District, with a length of 45 km with an area of 814,32 km² of watershed. Along the Kobe river, there are no flood control structures such as dams or embankments. One of the efforts that can be done to control flooding is by planning river embankments. Embankments are one of the most important ways to prevent flooding. In calculating the design flood discharge from rain data for the last 10 years, namely from 2011-2020 with 3 stations including Kobe Station, Weda Station, and Nusliko Station. The use of the HEC-RAS application is also carried out by analyzing the average rainfall, calculating the planned rainfall, calculating river capacity, and entering related data in the HEC-RAS application. The results of the design flood discharge research using the *HSS Nakayassu* method with a return period of 25 years is 2206.2 m³/sec. Based on the results of the flood discharge, the Kobe River, Central Halmahera Regency, needs to be planned for an embankment with a dike height of 6,49 = 6,50 m from the ground surface and a dike width of 5 m.*

Keywords: Embankment, Flood Control, HEC-RAS.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air adalah salah satu faktor dalam memenuhi kebutuhan makhluk hidup . Namun air juga dapat menjadi malapetaka bagi makhluk hidup jika dalam pemakaiannya tidak benar (Warlina, 2004).

DAS merupakan wilayah yang di kelilingi oleh punggung-punggung gunung yang mempunyai ekosistem terdiri dari air,vegetasi,tanah (Rachmawati, 2015).

Salah satu bencana alam diindonesia yang sering terjadi adalah Banjir. Banjir sendiri disebabkan oleh banyak faktor salah satunya ialah perubahan tata guna lahan (Saputra & Nusantara., 2021).

Sungai Kobe adalah salah satu sungai yang ada di Kabupaten Halmahera Tengah tepatnya di Kecamatan Weda Tengah dengan Panjang 45 km dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) 814,32 km². Sungai Kobe sendiri digunakan Masyarakat sekitar untuk kebutuhan sehari-hari seperti memasak,mencuci,kebutuhan irigasi dan lain sebgainya. Namun, Sepanjang aliran sungai Kobe tidak memiliki bangunan pengendalian banjir seperti bendungan maupun tanggul. Sehingga pada musim penghujan Sungai Kobe tidak dapat menampung debit air yang sangat besar dan mengakibatkan banjir (Anonim, 2018).

TINJAUAN PUSTAKA

Sungai

Sungai merupakan aliran air yang terjadi secara alami yang berasal dari sumber mata air yang melintasi dari hulu ke hilir.(Jaya dkk., 2021).

Analisa Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan salah satu rangkaian dalam menganalisa suatu perhitungan dimana terdapat beberapa perhitungan didalamnya.

Analisa Hidrolika

Analisa Hidrolika merupaka salah satu rangkaian perhitungan analisa eksisting didalam suatu perhitungan (Salman, 2021).

Analisis Hidrograf Debit Banjir Rencana

Rumus hidrograf banjir rencana yaitu :

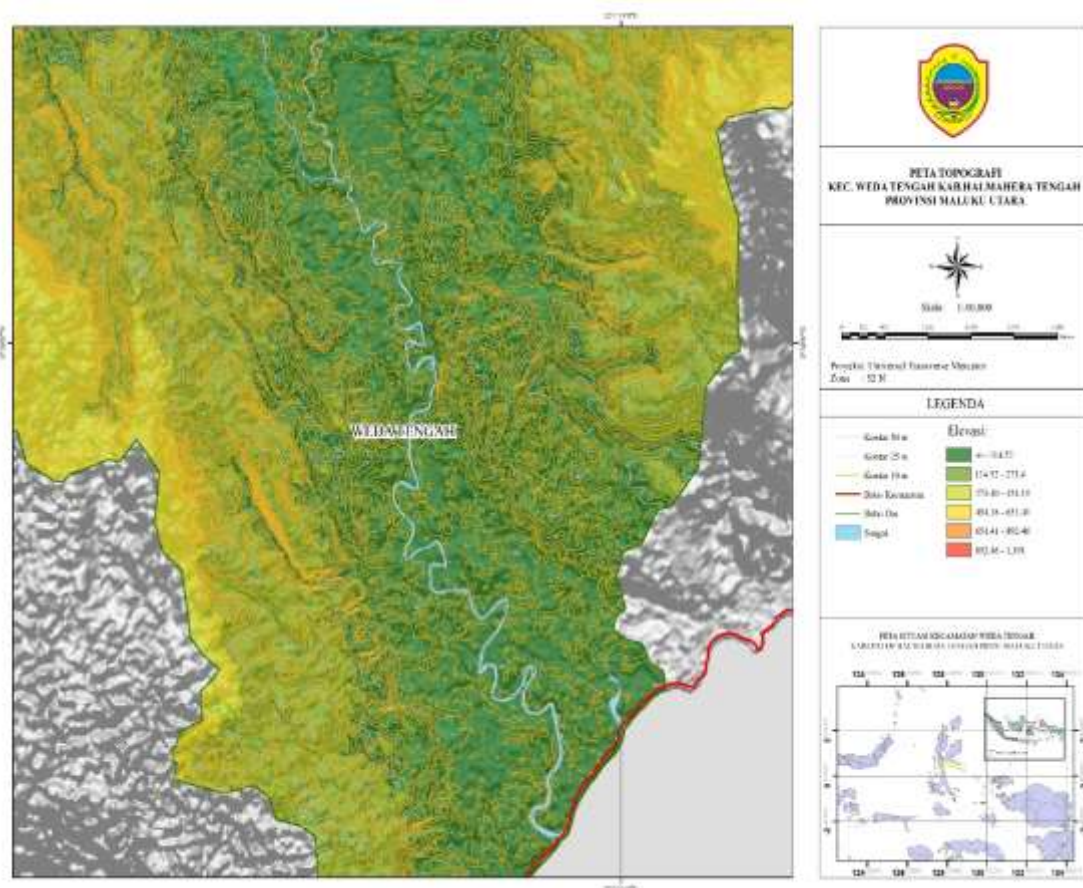
$$Rt = \frac{R24}{T} \cdot \left(\frac{T}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(1)$$

Analisis Permodelan HEC-RAS

Heccras merupakan salah satu software yang berfungsi untuk mengetahui berapa dimensi penampang saluran yang sesuai untuk Sungai Kobe.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di Kecamatan Weda Tengah kabupaten Weda Provinsi Maluku Utara. Kecamatan Weda merupakan daerah yang iklimnya dipengaruhi oleh angin laut.



Gambar 1. Peta Topografi Sungai Kobe
 (Sumber : PUPR Kabupaten Halmahera Tengah, 2020)

Tahapan Pengumpulan Data

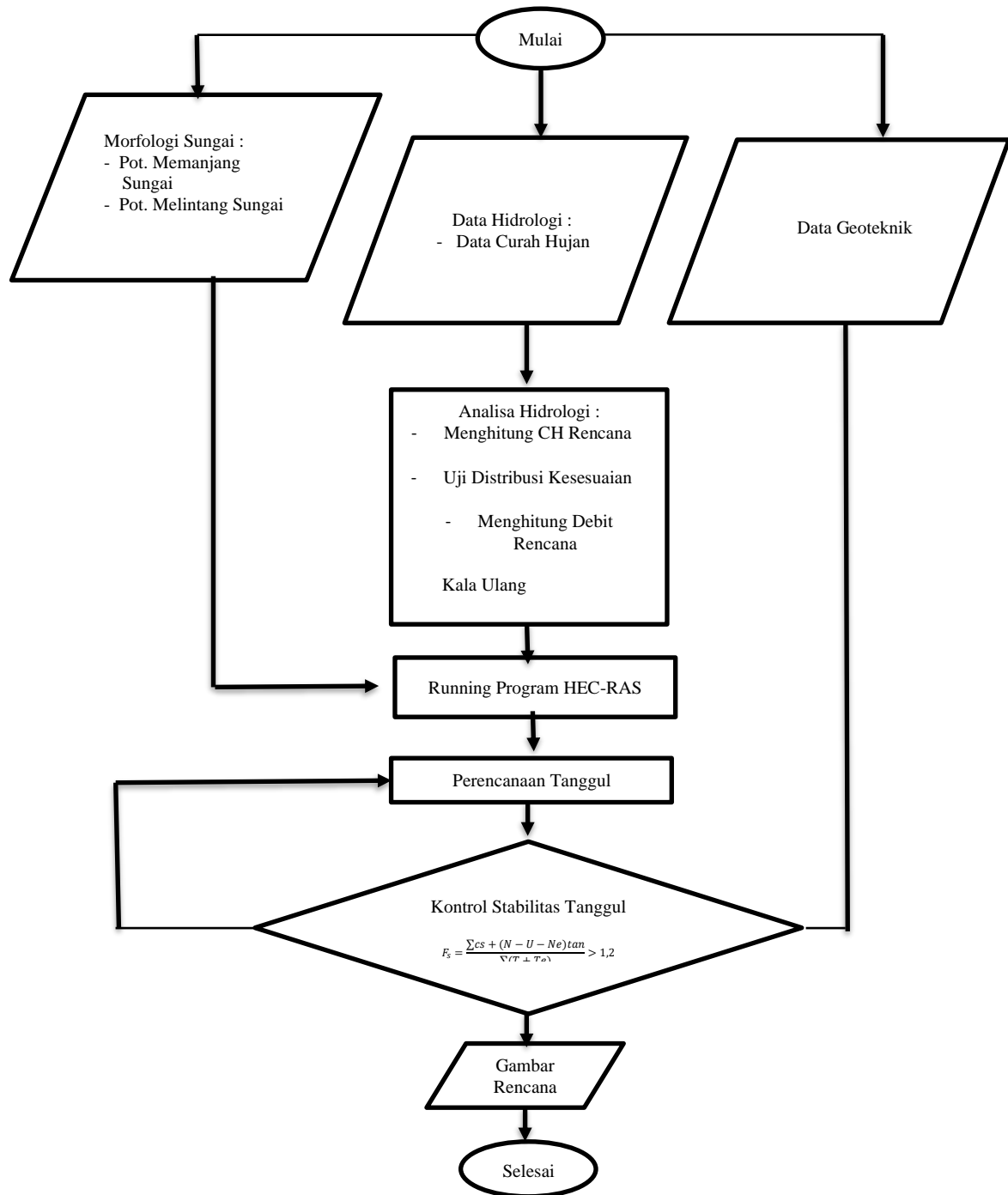
Data yang dikumpulkan adalah :

- Data Banjir
- Data Tanah
- Data Topografi
- Data Curah Hujan

Analisa Data

- Analisa saluran eksisting
- Stabilitas tanggul
- Perencanaan tanggul
- Perencanaan dimensi sungai

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir HEC-RAS
(Sumber : Penulis, 2022)

PEMBAHASAN

Uji Konsistensi Data

Salah satu perhitungan dalam analisis hidrologi ialah uji konsistensi data. Dalam perhitungan ini metode yang digunakan adalah massa lengkung ganda, dengan memakai 3(tiga) Pos stasiun hujan yaitu stasiun Weda, Stasiun Kobe, stasiun nusliko. Dari ketiga stasiun tersebut didapat nilai koefisien determinasi 0,99 hal ini menunjukkan bahwa data yang digunakan memenuhi atau dapat dikatakan konsisten.

Curah Hujan Rancangan

Metode *Log Pearson Type III* digunakan untuk menghitung curah hujan rencana. Dalam perhitungan didapat nilai $C_s = -0,550$ mm, $S_d = 0,107$ mm, nilai rerata $X_{rt} = 2,389$ mm.

Analisis Hidrograf Debit Banjir Rencana

Hasil dari perhitungan dijabarkan dalam table berikut.:

Tabel 1. Rasio Sebaran Hujan

Jam ke-t	(Rt) 1 jam-an	CH jam ke-t	Rasio (%)	Kumulatif (%)
0 - 1	0,585	0,585	58,5	58,5
0 - 2	0,368	0,152	15,2	73,7
0 - 3	0,281	0,107	10,7	84,3
0 - 4	0,232	0,085	8,5	92,8
0 - 5	0,200	0,072	7,2	100,0

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perhitungan Curah Hujan Efektif

Tabel 2. Hujan Efektif Kemungkinan Kala Ulang

Jam ke	Rasio (%)	hujan jam-jaman (mm/jam)					
		2	5	10	25	50	100
1	0,585	0,475	0,645	0,735	0,827	0,884	0,932
2	0,152	0,124	0,168	0,191	0,215	0,230	0,242
3	0,107	0,087	0,118	0,134	0,151	0,161	0,170
4	0,085	0,069	0,094	0,107	0,120	0,128	0,135
5	0,072	0,058	0,079	0,090	0,101	0,108	0,114
CH rancangan		1,016	1,378	1,571	1,768	1,889	1,991
C pengaliran		0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Hujan efektif jam		0,813	1,103	1,257	1,415	1,511	1,593

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perhitungan Debit Banjir Rencana

Menggunakan metode Nakayasu dengan data diantaranya :

Luas DAS (A) = 814,32 km²

Panjang sungai (L) = 45 km

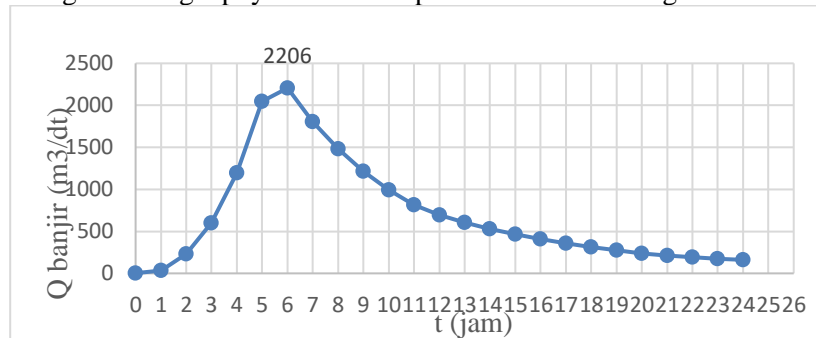
Perhitungan debit banjir rencana kala ulang 25 tahun (Q₂₅) :

Indeks Kerapatan Sungai : $D = \frac{Lst}{A} = \frac{45}{814,32} = 0,055 \text{ mm/jam}$

Menghitung Besar Aliran Dasar (*Base Flow*)

$Q_b = 2,30 \text{ m}^3/\text{det}$

Untuk hasil perhitungan selengkapnya akan ditampilkan dalam bentuk grafik



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Debit Banjir (Q_{25}) dengan T (Jam) Metode HSS Nakayasu
(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari tabel dan grafik tersebut, diketahui debit banjir rencana terbesar ada pada jam ke 6 yaitu 2206,2 m³/det.

Perencanaan Perbaikan Sungai

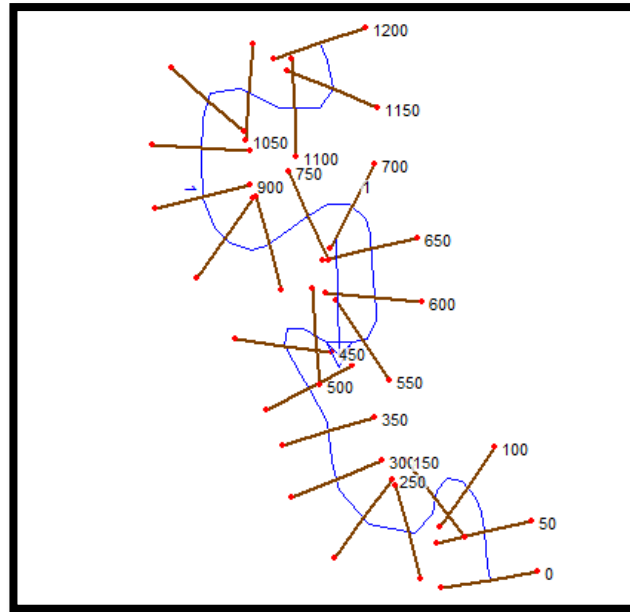
Perbaikan alur sungai dalam usaha pengendalian banjir adalah suatu kegiatan dalam rangka memperbesar kapasitas pengaliran sungai agar elevasi mukaair sungai menjadi rendah.

Permodelan HEC-RAS

Dalam permodelan menggunakan aplikasi HEC-RAS terdapat 2 jenis yakni *Unsteady Flow* dan *Steady flow*.

Penggambaran Geometrik Sungai

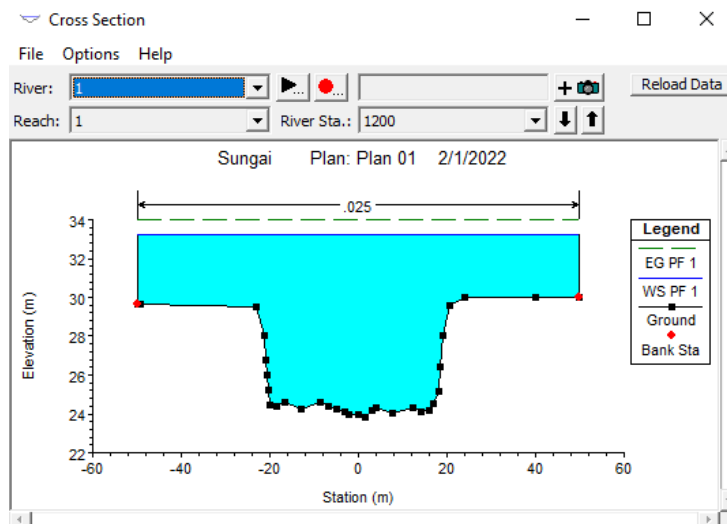
Data geometrik diperlukan dalam penggambaran skema geometric dari sungai tersebut



Gambar 4. Skema Aliran Sungai Kobe
(Sumber: Program *HEC-RAS*)

Hasil *Running HEC-RAS* Penampang Eksisting

Aplikasi *HEC-RAS* digunakan untuk dapat mengetahui profil muka air saat terjadi banjir.



Gambar 5. Skema Aliran Sungai Kobe
(Sumber: Program *HEC-RAS*)

Tabel 4. Kapasitas Tampung Sungai Kobe (Analisa *HEC-RAS*)

STA	River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev. (m)	E.G. Elev. (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Capacity (m ³)	Froude # Chl	Keterangan
6+950	1200	23.84	33.21	33.99	0.001122	3.92	363.52	200.70	0.33	tidak memenuhi
7+000	1150	23.78	33.24	33.91	0.000881	3.83	607.63	137.15	0.47	tidak memenuhi
7+050	1100	23.63	33.13	33.86	0.001009	3.78	283.48	144.60	0.5	tidak memenuhi
7+100	1050	23.77	33.11	33.8	0.000931	3.68	599.61	144.12	0.48	tidak memenuhi
7+150	1000	23.57	33.1	33.74	0.000829	3.54	623.38	135.19	0.45	tidak memenuhi
7+200	950	23.79	33.04	33.69	0.000838	3.38	616.63	143.97	0.46	tidak memenuhi
7+250	900	23.57	32.97	33.65	0.000903	3.65	664.42	130.16	0.47	tidak memenuhi
7+300	850	23.8	32.86	33.59	0.001015	3.78	282.98	188.35	0.5	tidak memenuhi
7+350	800	23.8	32.88	33.52	0.000857	3.55	621.14	143.64	0.46	tidak memenuhi
7+400	750	23.48	32.84	33.48	0.000831	3.53	623.08	190.75	0.45	tidak memenuhi
7+450	700	22.8	32.84	33.42	0.000717	3.36	633.74	210.25	0.42	tidak memenuhi
7+500	650	22	32.82	33.38	0.000664	3.32	664.18	204.62	0.41	tidak memenuhi
7+550	600	22.88	32.7	33.34	0.000811	3.53	624.28	235.68	0.45	tidak memenuhi
7+600	550	22.57	32.68	33.29	0.000758	3.45	639.31	190.89	0.44	tidak memenuhi
7+650	500	22.88	32.63	33.25	0.000735	3.43	643.23	213.36	0.43	tidak memenuhi
7+700	450	22.43	32.63	33.21	0.000696	3.37	633.42	201.35	0.42	tidak memenuhi
7+750	400	22.57	32.6	33.17	0.000761	3.37	635.53	194.78	0.42	tidak memenuhi
7+800	350	22.8	32.56	33.14	0.000687	3.35	657.91	194.29	0.42	tidak memenuhi
7+850	300	22.55	32.54	33.1	0.000664	3.31	667.23	158.12	0.41	tidak memenuhi
7+900	250	22.62	32.49	33.06	0.000692	3.38	635.87	142.80	0.42	tidak memenuhi
7+950	200	22.57	32.46	33.03	0.000683	3.34	661.51	206.54	0.41	tidak memenuhi
8+000	150	22.43	32.44	32.99	0.000625	3.26	677.42	151.92	0.4	tidak memenuhi
8+050	100	22.43	32.32	32.94	0.00079	3.49	631.81	187.13	0.44	tidak memenuhi
8+100	50	22.88	32.29	32.9	0.000761	3.47	633.7	142.08	0.44	tidak memenuhi
8+150	0	22.8	32.21	32.86	0.000833	3.37	618.56	146.44	0.46	tidak memenuhi

(Sumber: Program HEC-RAS)

Perencanaan Dimensi Tanggul

Contoh analisa untuk menentukan elevasi tanggul pada STA 6+950 seperti di bawah ini:

- Debit banjir kala ulang Q 25 tahun = 2206,2 m³/det
- Kemiringan lereng (m) = 1:1 (lempung berpasir lepas)
- Kemiringan (s) = 0,0016
- Lebar dasar (b) = 31,52 m
- Kedalaman sungai (h) = 4 m
- Elevasi tanggul kiri (eksisting) = 29,48 m
- Elevasi tanggul kanan (eksisting) = 29,57 m
- Elevasi banjir = 33,21 m
- Elevasi tanggul = elevasi banjir - elevasi tanggul eksisting + tinggi jagaan
= 33,21 + 1,2
= 34,41 m
- Tinggi tanggul = elevasi tanggul – elevasi tanggul eksisting
= 34,41 – 29,48
= 4,93 m ~ 5 m

Dengan mengacu pada contoh perhitungan di atas, analisa terhadap ketinggian tanggul untuk setiap titik STA mulai dari STA 6+950.00 hingga STA 8+150.00

Tabel 5 Kapasitas Tampung Setelah Penambahan Tanggul

STA	Elevasi Muka Air Banjir	Elevasi Tanggul (+ jagaan = 1,2m)	Ely. Tanggul Kiri	Ely. Tanggul Kanan	Tinggi Tanggul Kiri	Tinggi Tanggul Kanan
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
6+950	33.21	34.41	29.48	29.57	4.93	4.84
7+000	33.24	34.44	28	29	6.44	5.44
7+050	33.13	34.33	28	28	6.33	6.33
7+100	33.11	34.31	28	29.07	6.31	5.24
7+150	33.1	34.3	28	28	6.3	6.3
7+200	33.04	34.24	28	27.86	6.24	6.38
7+250	32.97	34.17	28	28	6.17	6.17
7+300	32.86	34.06	29	28	5.06	6.06
7+350	32.88	34.08	28	28	6.08	6.08
7+400	32.84	34.04	29	28	5.04	6.04
7+450	32.84	34.04	28.52	28.8	5.52	5.24
7+500	32.82	34.02	28.18	29	5.84	5.02
7+550	32.7	33.9	28	29	5.9	4.9
7+600	32.68	33.88	28.07	28.43	5.81	5.45
7+650	32.65	33.85	28.15	28.35	5.7	5.5
7+700	32.63	33.83	28.11	28.08	5.72	5.75
7+750	32.6	33.8	28.11	28.08	5.69	5.72
7+800	32.56	33.76	28.06	27.92	5.7	5.84
7+850	32.54	33.74	28.03	27.79	5.71	5.95
7+900	32.49	33.69	28.14	27.81	5.55	5.88
7+950	32.46	33.66	28.06	27.62	5.6	6.04
8+000	32.44	33.64	28.04	27.99	5.6	5.65
8+050	32.32	33.52	28	27.99	5.52	5.53
8+100	32.29	33.41	28	28	6.49	5.49
8+150	32.21	33.49	27	28	6.41	5.41
		Mim			4.93	4.84
		Maks			6.49	6.38

Sumber : Hasil Perhitungan

Diketahui bahwa ketinggian tanggul yang diperoleh berkisar antara 4,93 m hingga 6,49 m. Tanggul tertinggi terdapat pada STA 8+100.00 dengan tinggi 6,49 m. Dalam penelitian ini dilakukan analisa terhadap tanggul dengan dimensi tertinggi yaitu 6,49 m dengan lebar mercu 5 m sesuai dengan Sumber : Nita Sukma, 2017.

Stabilitas Tanggul Terhadap Rembesan

Data material tanggul adalah sebagai berikut:

Berat jenis tanah (GS) = 2,58

Kohesi (C) = 0,6 kg/cm³

γ asli = 1,937 gr/cm³

γ jenuh = 2,039 gr/cm³

γ kering = 1,835 gr/cm³

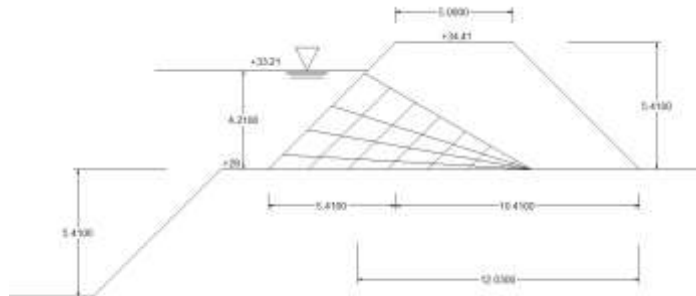
angka pori = 0,69

Adapun prosedur untuk mendapatkan garis depresi adalah sebagai berikut:

Tinjauan STA 8+100:

- Elevasi tanggul rencana = 33,49 m
 - Elevasi tebing eksisting = 27
 - Lebar mercu = 5 m
 - Kemiringan tanggul = 1:1
- H = elevasi tanggul rencana – elevasi tebing
= 33,41 – 28
= 5,41 m
- L1 = 5,41 m
- L2 = 10,41 m

$$\begin{aligned}
 d &= 12.03 \text{ m} \\
 y_0 &= \sqrt{H^2 + d^2} - d \\
 &= \sqrt{5,41^2 + 12,03^2} - 12,03 \\
 &= 1,16 \\
 Y &= \sqrt{2 \cdot y_0 \cdot x + y_0^2} \\
 &= 2 \cdot (y_0) \cdot (x) + (y_0^2)^{0,5} \\
 &= 2 \cdot 1,16 \cdot 0 + (1,16^2)^{0,5} \\
 &= 1,49
 \end{aligned}$$



Gambar 6 Garis Rembesan Pada Tanggul STA 8+100.00
(Sumber: hasil analisis)

Analisis besar rembesan yang lewat pada tanggul dengan rumus berikut:

$$Q_f = K \times L \times H \times N_f / N_e$$

Dimana:

Q_f	= besarnya rembesan (m^3/detik)	
K	= koefisien permeabilitas (cm/detik)	$= 5,23 \times 10^{-5}$
L	= panjang rembesan	$= 12.03 \text{ m}$
N_f	= jumlah angka bidang aliran	$= 4$
N_e	= jumlah h bidang eqipotensial	$= 7$
H	= muka air (m)	$= 4.21 \text{ m}$

Maka:

$$\begin{aligned}
 Q_f &= 5,23 \times 10^{-5} \times 12,03 \times 4.21 \times (4/7) \\
 &= 0,0015 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Aliran filtrasi tidak akan menyebabkan (piping) dan (boling) bila terjadi antar gaya rembesan dengan berat isi tanah zona kedap air. Syarat stabil:

$$i < (G_s - 1) / (1 + e)$$

$$i = h_2 / L$$

Dimana:

- Berat jenis tanah (G_s) $= 2,42 \text{ gram}/\text{cm}^3$
- Angka pori (e) $= 0,64$
- Tinggi tekanan air rerata (h_2) =

$$h_2 = \frac{H+1}{2} = \frac{5,41+1}{2} = 2,605 \text{ m}$$
- $i = \frac{G_s - 1}{1 + e} = \frac{2,42 - 1}{1 + 0,64} = 0,866$
- Kontrol sufosi

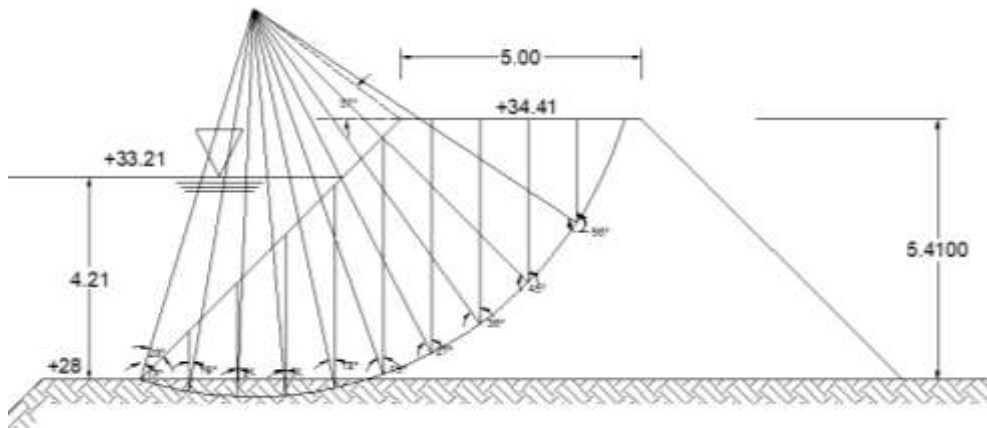
$$i = \frac{h_2}{L_1} = \frac{2,615}{5,41} = 0,216 < 1 \quad (\text{aman})$$
- Kontrol sembulan

$$i = \frac{h_2}{L_1 + L_2} = \frac{2,605}{5,41 + 10,41} = 0,16 < 1 \quad (\text{aman})$$

Stabilitas Tanggul Terhadap Longsor

Menghitung nilai faktor keamanan:

$$SF = \frac{\sum(c' \cdot b) + \sum(W \tan \Phi)}{\sum(W \sin \alpha)} = \frac{23,94 + 20,83}{16,89} SF = 2,65 > 1,5 \text{ (Aman)}$$



Gambar 7 Irisan Bidang Longsor (Kondisi Banjir) STA 6+950.00
(Sumber: Hasil Analisis)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Debit banjir rencana 25 tahun (Q₂₅) yang terjadi adalah sebesar 2206,2 m³/detik.

Dalam perencanaan kapasitas penampang sungaidengan menggunakan aplikasi HEC-RAS yang didapatkan eksisting Sungai Kobe, diketahui pada STA 7+550.00 adalah STA dengan kapasitas tampungan tertinggi yaitu 235,68 m² dan kapasitas tampungan terendah pada STA 8+100.00 yaitu 142,08 m².

Dimensi tanggul rencana sesuai kala ulang yang ditentukan (25 tahun) di Sungai Kobe Kabupaten Halmahera Tengah adalah dengan tinggi 6,49 = 6,50 meter dari permukaan tanah dan lebar tanggul yaitu 5 meter.

Saran

Upaya pengendalian banjir juga bisadilakukan dengan menggunakan metode lain ataupun pengaturan tata guna lahan.

Perhitungan normalisasi sungai selanjutnya bisa menggunakan kala ulang 50 tahun agar dijadikan bahan perbandingan dengan hasil rencana 25 tahun.

Analisis debit banjir selanjutnya bisa menggunakan software HEC-HMS sebagai bahan perbandingan dengan Software HEC-RAS yang telah digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2018). *Peraturan Pemerintah Dinas PUPR Kabupaten Halmahera Tengah Nomor 37 Tahun 2018 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Hal: 44.
- Rachmawati, A. (2015). *Analisa Erosi Dan Fungsi Kawasan Berdasarkan Arlkt (Arahan Rehabilitasi Lahan Dan Konservasi Tanah) Pada Sub Das Roban Bangun Kabupaten Mojokerto*. Jurnal Rekayasa sipil, Vol.3, No.1, Hal: 48-59.
- Salman, A., Noerhayati, E., & Rokhmawati, A. (2021). *Studi Normalisasi Sungai Rejoso Di Kabupaten Pasuruan Dengan Menggunakan Metode Hec-Ras*. Jurnal Rekayasa Sipil, Vol.9 No.4, 268–279.