

Pemodelan numerik 1-D untuk analisis banjir Sungai Tungkal pada DAS Tungkal

Estu Wijayanti^a, Rian Mantasa Salve Prastica^{a,b*}

^aDepartemen Teknik Sipil, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

^bLaboratorium Hidrolika dan Bangunan Air, Departemen Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada

Corresponding Author:

Email: rian.mantasa.s.p@ugm.ac.id

Keywords:

Disaster mitigation, flood modelling, HEC-RAS analysis

Abstract: Kuala Tungkal has a stormwater runoff, namely the Pengabuan River which is the primary river flow. Pengabuan River is located in the Tungkal Watershed, Jambi Province. Flood problems occur due to high tide flow (tidal flood) and high rainfall. So, flood prevention planning needs to be done. Drainage planning efforts are expected to reduce the flood discharge from the overflow of the Pengabuan River. The purpose of this research is to identify the occurrence of floods in the Pengabuan River with Q100. This research uses secondary data, from daily rainfall for 10 years (2010-2019) from 3 rain stations (Japura, Muaro Jambi, and Meteorologi Dabo), Tungkal watershed map, as well as transverse and longitudinal images Pengabuan River. Step of calculation starts from the selection of daily rainfall data, the average rainfall with Polygon Thiessen method, frequency analysis, Chi-Square test, Smirnov Kolmogorov test, and planned flood discharge analysis by the HSS Nakayasu method. The discharge plan is used to analyze flood with the HEC-RAS program. The results showed that the planned flood discharge during 100 years was 12432.19 m³/s. the results of analysis of the existing HEC-RAS on the river cross section is overflow or flooding, it is necessary to re-dimension it.

Copyright © 2021 POTENSI-UNDIP

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan permasalahan di Indonesia yang terjadi setiap tahunnya (Setyoasri & Prastica, 2020). Bencana ini tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi menjadi ancaman bagi banyak negara lain (Farooq, Shafique, & Khattak, 2019; Khan, 2008; Radcliffe, Page, Naumann, & Dillon, 2017; Sugar, Kennedy, & Hoornweg, 2013). Pengendalian banjir secara struktural dan non-struktural (Rian Mantasa Salve Prastica, Apriatresnayanto, & Marthanty, 2019) banyak dilakukan dan diinvestigasi di berbagai daerah oleh banyak pemangku kepentingan. Berbeda dengan mitigasi banjir di Pulau Jawa (R. M.S. Prastica et al., 2018; Rian Mantasa Salve Prastica, Adi, & Famila, 2020a), Pulau Sumatera memiliki karakteristik yang berbeda pula dalam mencegah dampak banjir terhadap lingkungan. Sungai Pengabuan yang terletak di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tungkal mempunyai peran penting bagi kehidupan sosial ekonomi masyarakat. Kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) Tungkal yang berada di Provinsi Jambi perlu diperhatikan. Kota Kuala Tungkal berada di Kecamatan Tungkal Ilir Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi. Kota Kuala Tungkal memiliki aliran permukaan yaitu Sungai Pengabuan, di mana sungai ini merupakan aliran sungai primer. Sungai Pengabuan merupakan pintu proses keluar masuknya aliran air pasang. Permasalahan banjir yang terjadi disebabkan pasang air laut atau banjir rob dan curah hujan yang tinggi. Upaya penanggulangan banjir dengan perencanaan saluran drainase diharapkan dapat mengurangi debit banjir dari luapan Sungai Pengabuan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis banjir dan melakukan simulasi profil muka air di daerah studi.

2. DATA DAN METODE

Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder. Data sekunder diperoleh dari data *online* BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika), *Google Earth Pro*, dan situs *online* lainnya. Data sekunder yang didapat antara lain:

- 1) Data hujan harian seperti pada Tabel 1. dari Stasiun Japura, Meteorologi Muaro Jambi, dan Meteorologi Dabo sebanyak 10 tahun yang diperoleh dari BMKG, yang nantinya diolah dengan metode Thiessen untuk analisis curah hujan (Rian Mantasa Salve Prastica, Adi, & Familia, 2020b).
- 2) Data gambar penampang melintang dan memanjang Sungai Pengabuan untuk analisis profil muka air yang akan dilakukan menggunakan *supporting tool* analisis numerik 1-D HEC-RAS. HEC-RAS dinilai mampu melakukan visualisasi analisis banjir dengan baik (Ben Khalfallah & Saidi, 2018; Geravand, Hosseini, & Ataie-Ashtiani, 2020; Kumar et al., 2019; Quiroga, Kurea, Udoa, & Manoa, 2016).
- 3) Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) Tungkal yang memiliki informasi titik stasiun hujan dan peta tata guna lahan untuk analisis banjir (R. M.S. Prastica et al., 2018; Rian Mantasa Salve Prastica, Maitri, Nugroho, & Hermawan, 2017).

Tabel 1. Data curah hujan harian stasiun Japura tahun 2019

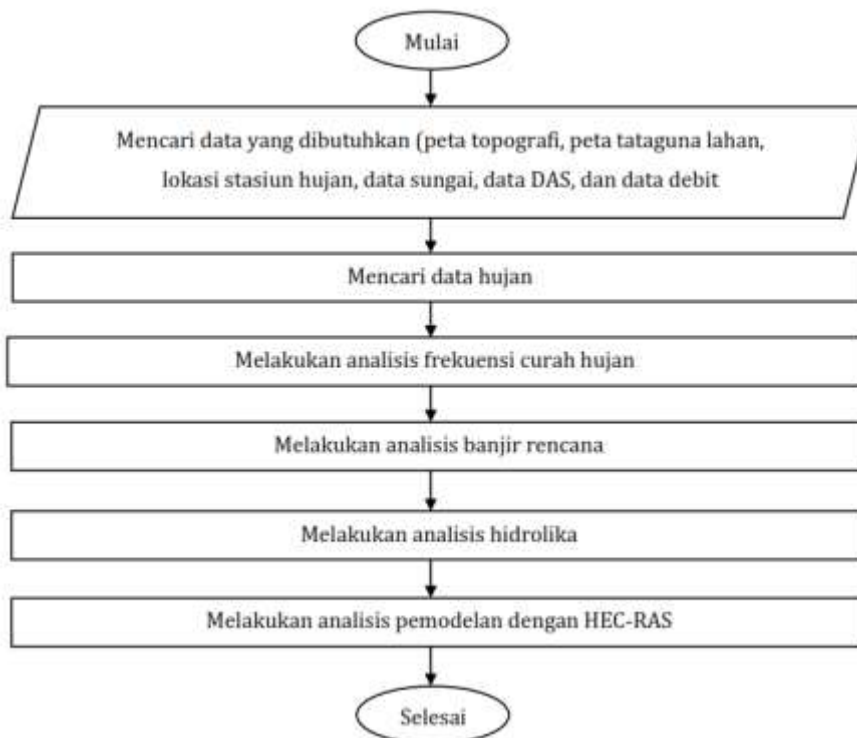
Rekap Hujan Stasiun Japura													
Tgl	Bulan												Tahunan
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
1	0	0	0,1	0	18,3	12,6	0	0	0	0	16,4	0	47,4
2	0	9,3	0	22,4	0	0	0	0	0	0	0	0	31,7
3	0	0	0	0,5	0	3,3	0	0	0	0	0,2	0	4
4	0	0,3	0	0	18,6	0	0	0	0	11	0	22	51,9
5	0	3,5	0	0,2	12,9	0	0	0	0	0	0	0	16,6
6	3	0	0	7,6	0	1,8	0	0	0	0	0	0	12,4
7	3,2	0	2,3	0	0	4,5	34,5	0	0	0	0	22,9	67,4
8	1,8	0	0	0	0,2	0	15	0	0	0,2	0	3	20,2
9		0,2	0	15,8	0	0	3	0	0	0	0,4	1,4	20,8
10	25	0,9	0	0,2	3,5	0	0	0	0	0	0	18,5	48,1
11	0,9	24	0,7	0,1	0	8	0	0	0	0	0	0,1	33,8
12	1,5	0	0	6,5	4,4	4,9	0	0	0	0,1	0	16,5	33,9
13	0,1	0	0	6,6	0	0,8	0	0	0	11,7	0	0,2	19,4
14	5	0	34,5	0	0	0	0	0	0	35,2	10,9	0	85,6
15	5,8	72,4		0,3	0	0	4	0	0	0	0	0	82,5
16	2,2	0,1	0	0	0	41,8	53,9	0	0	0	6,1	0	104,1
17	0	0	0	24,6	0	0,6	0	0,2	0	0	1,2	0	26,6
18	1,9	11,6	0	0	7,3	2,9	0	0	0	29,5	9,6	1	63,8
19		0,1	0	0	0	5,2	0	0	0	0	23,4	3,8	32,5
20	0	0,2	0	11,8	0	0	0	0	0	0	4,6	0	16,6
21	6,2	8,8	0,9	11,8	10,6	0	0	0	0	0	1,2	4,4	43,9
22	32,7	0	36,7	6	27,5	2,6	0	0	0	27,7	14,9	26,5	174,6
23	0	0	10,5	17,5	0	0	2,6	18,5	0	18,8	6,3	0	74,2
24	0,6	0	0	3,2	0	0	15,9	0	13,3	0	0,8	0	33,8
25	0,4	0	0	2,3	0	0	0	0	64,9	0	0,2	0,8	68,6
26	0	0	33,8	6,5	0	0	0	0	22,2	2,6	0	1	66,1
27	0	1	0,7	18,5	0	0	0	0	0	49,5	2,5	0,8	73
28	4,8	72,2	7,6	13,1	0	0	0	0,9	0	0,3	0,6	0	99,5
29	6,8		2,5	0	1,8	0	0	0	0,5	0	0,1	15,7	27,4
30	15,9		0	12,7	2	0	0	29,2	27,3	0	0	11	98,1
31	4,4		26		0,2		0	29,2		3,8		0,2	63,8
Hujan Max	32,7	72,4	36,7	24,6	27,5	41,8	53,9	29,2	64,9	49,5	23,4	26,5	

Metode Penelitian

Dalam rangka perumusan hipotesis dilakukan studi *literature* terkait. Hasil pengamatan awal menghasilkan hipotesis yang kemudian disimulasikan dengan bantuan *software Excel* dan HEC-RAS (Rangari, Umamahesh, & Bhatt, 2019; Zellou & Rahali, 2017). Secara rinci metode penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) *Data mining* dilakukan dengan survei lapangan dan pencarian data sekunder dari BMKG dan Balai Besar Wilayah Sungai.
- 2) Pengolahan dan analisis data yang meliputi: analisis data hujan DAS, analisis frekuensi, analisis banjir rencana, dan analisis hidrolika.
- 3) Rekomendasi alternatif solusi banjir di daerah studi meliputi: analisis pemodelan dengan HEC-RAS (Zellou & Rahali, 2017).

Alur berpikir dalam Analisis Banjir DAS Tungkal seperti terlihat pada Gambar 1. Bagan alur seperti di bawah ini.

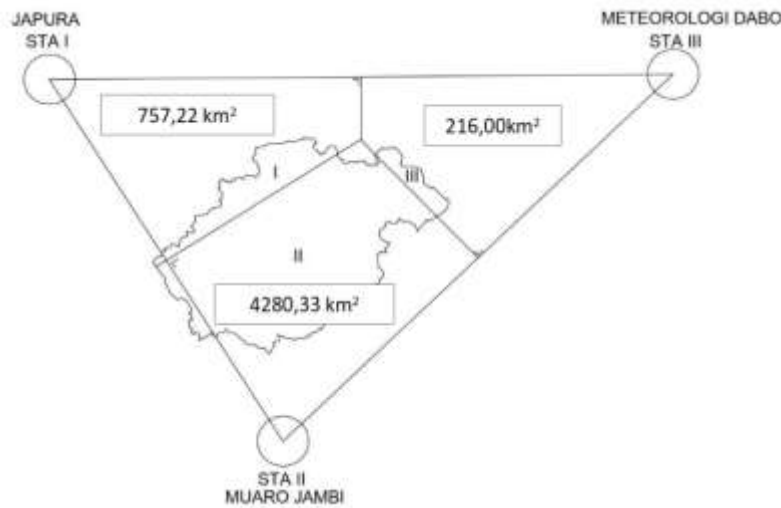


Gambar 1. Bagan alur perencanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hujan Wilayah

Hujan rerata wilayah pada DAS Tungkal diperoleh dengan metode poligon *Thiessen*. Stasiun hujan yang digunakan adalah stasiun yang dekat dengan DAS Tungkal (Japura, Muaro Jambi, dan Meteorologi Dabo). Gambar 2. menunjukkan penggambaran poligon *Thiessen* (Rian Mantasa Salve Prastica et al., 2020b). Tabel 2. menyatakan nilai hujan rerata wilayah DAS.

Gambar 2. Letak stasiun hujan dan peta DAS Tungkal (poligon *Thiessen*)Tabel 2. Hujan rerata wilayah DAS metode poligon *Thiessen*

Tahun.	Sta I (mm)	Sta II (mm)	Sta III (mm)	Curah Hujan Rata-Rata Maksimum (mm)	Urutan (Min- Max)
	14,413%	81,475%	4,112%		
2010	99,8	115,8	78	111,940	74,082
2011	110,9	66	131	75,144	75,144
2012	101,5	159	83	147,587	78,128
2013	31,8	85,3	0	74,082	87,003
2014	97,6	72,5	121,4	78,128	98,906
2015	105,5	104,5	69,8	103,217	103,217
2016	89,7	99,4	121,4	98,906	108,471
2017	145,9	103,8	93,1	109,428	109,428
2018	96,7	85	92,7	87,003	111,940
2019	72,4	115,3	99,6	108,471	147,587

Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi dilakukan untuk mengetahui curah hujan harian maksimum pada setiap kala ulang. Metode yang digunakan yaitu metode gumbel, *log person type III*, dan *log normal* (Rian Mantasa Salve Prastica et al., 2020b, 2017). Tabel 3. menunjukkan curah hujan harian maksimum pada setiap kala ulang (5, 10, 25, 50, 100, 500, dan 1000 tahun). Data yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya adalah hasil dari metode gumbel. Metode analisis distribusi frekuensi ditunjukkan pada persamaan di bawah ini.

- a. Distribusi *log normal* : $Log Xt = \overline{Log x} + Kt \times S$
- b. Distribusi *log pearson type III* : $Log Xt = \overline{Log x} + K \times S$
- c. Distribusi gumbel : $Xt = \bar{X} + \frac{(Yt - Yn)}{Sn} \times S$

Dengan :

- Xt : Curah hujan rencana
 Kt/K : Faktor frekuensi
 S : Simpangan baku
 Yt : Fungsi dari banyak data (n)
 Yn : Simpangan deviasi

Tabel 3. Curah hujan harian maksimum

No.	Metode Perhitungan	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)						
		PUH 5 Tahun	PUH 10 Tahun	PUH 25 Tahun	PUH 50 Tahun	PUH 100 Tahun	PUH 500 Tahun	PUH 1000 Tahun
1	Gumbel	123,082	140,774	163,135	179,721	196,185	234,240	250,864
2	Log Person Type III	116,123	129,452	146,257	158,847	171,509	184,376	215,532
3	Log Normal	118,200	128,052	136,113	145,294	151,563	163,879	168,581

Uji Chi-Square

Jumlah data	= 10
Jumlah kelas interval dengan rumus <i>Sturges</i>	
G	= $1 + 3,3 \log n$
	= 4,330
	= 5
Interval peluang	= $1/g$
	= 0,231
Nilai hujan rata-rata (Rr)	= 99,391 mm
Standar deviasi (Sx)	= 22,392

Nilai k ditunjukkan pada Tabel 4. sebagai berikut.

Tabel 4. Nilai k

Pr	T	Yt	Untuk n=13		K
			Yn	Sn	
{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
80	1,25	-0,476	0,4952	0,9496	-1,0226
60	1,67	0,087	0,4952	0,9496	-0,4294
40	2,5	0,672	0,4952	0,9496	0,1859
20	5	1,500	0,4952	0,9496	1,0581

Keterangan:

- (1) = probabilitas yang terjadi
- (2) = periode ulang (100/Pr)
- (3) = $y = \ln(-\ln(T-1)/T)$ untuk $T < 20$ sedangkan $y = \ln T$ untuk $T \geq 20$
- (4) = hubungan reduksi variant rata-rata (Yn) dan jumlah data (n) < dari Tabel >
- (5) = hubungan deviasi standard an reduksi variant rata-rata (Yn) dengan jumlah data < dari Tabel >
- (6) = $(Yt - Yn) / Sn$

Tabel 5. *Chi-square* matematis

No	Pr	K	X	Batas Kelas		Oi	Ei	(Oi - Ei)^2 / Ei
{1}	{2}	{3}	{4}	{5}		{6}	{7}	{8}
1	80	-1,0226	76,49246768	X <=	76,4925	2	2	0,0000
2	60	-0,4294	89,77528225	76,4925 < X <=	89,7753	2	2	0,0000
3	40	0,1859	103,5532515	89,7753 < X <=	103,553	2	2	0,0000
4	20	1,0581	123,0825811	103,553 < X <=	123,083	3	2	0,5000
5	0			X >	123,083	1	2	0,5000
						10	10	1,0000
n	5							

Keterangan:

- (1) = nomor
- (2) = probabilitas yang terjadi
- (3) = $(Y_t - Y_n) / S_n$
- (4) = $R_r + S_x \cdot K$
- (5) = batas kelas sesuai dengan nilai X
- (6) = jumlah data sesuai dengan batas kelas
- (7) = $\sum o_i / n$, n = jumlah subgroup
- (8) = $((6) - (7) \times 2) / (7)$

Intepretasi hasil uji adalah sebagai berikut:

1. Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan distribusi yang digunakan dapat diterima
2. Apabila peluang kurang dari 1%, maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat diterima
3. Apabila nilai peluang diantara 1%-5%, maka tidak mungkin diambil keputusan, diperlukan data tambahan

Uji chi-square teoritis (dari tabel chi-square)

Jumlah sebaran kelas di mana nilai (R=2)

$$D_k = G - R - 1 = 2$$

$$\text{Keyakinan bahwa keputusan yang diambil benar} = 0,95$$

$$\text{Tingkat signifikan} = 0,05$$

Berdasarkan nilai dk dan alfa didapatkan nilai chi kuadrat dari tabel = 5,991

Analisis kecocokan

$$\text{Nilai chi kuadrat matematis} = 1,000$$

$$\text{Nilai chi kuadrat teoritis} = 5,991$$

Nilai chi kuadrat matematis < nilai chi kuadrat teoritis, sehingga hipotesis menggunakan distribusi Gumbel dapat diterima.

Uji Smirnov Kolmogorov

Setelah diurutkan dari data curah hujan terbesar, didapatkan:

$$X_1 = 147,59$$

$$X_{rt} = 99,39$$

$$S_x = 0,09$$

$$N = 10$$

$$M_1 = 1$$

$$P(x_1) = 0,09$$

$$P(x <) = 1 - p(x_1)$$

$$= 1 - 0,09$$

$$= 0,91$$

$$F(t) = \frac{(X - X_{rt})}{S_x} = \frac{(147,59 - 99,39)}{0,09}$$

$$= 511,09$$

$$P'(x_1) = \frac{M_1}{(n-1)} = \frac{1}{(10-1)}$$

$$= 0,11$$

$$P'(x <) = 1 - p'(x_1)$$

$$= 1 - 0,11$$

$$= 0,89$$

$$D = p(x <) - p'(x <)$$

$$= 0,91 - 0,89$$

$$= 0,02$$

Hasil perhitungan ditunjukkan Tabel 6. dan nilai d kritis pada Tabel 7.

Tabel 6. Perhitungan Smirnov-Kolmogorov

No	p	Min-Max	f(t)	P(X)	P(x<)	P'(X)	P'(x<)	D
1	111,94	147,59	511,09	0,09	0,91	0,11	0,89	0,02
2	75,14	111,94	133,07	0,18	0,82	0,22	0,78	0,04
3	147,59	109,43	106,44	0,27	0,73	0,33	0,67	0,06
4	74,08	108,47	96,29	0,36	0,64	0,44	0,56	0,08
5	78,13	103,22	40,58	0,45	0,55	0,56	0,44	0,10
6	103,22	98,91	-5,14	0,55	0,45	0,67	0,33	0,12
7	98,91	87,00	-131,36	0,64	0,36	0,78	0,22	0,14
8	109,43	78,13	-225,47	0,73	0,27	0,89	0,11	0,16
9	87,00	75,14	-257,12	0,82	0,18	1,00	0,00	0,18
10	108,47	74,08	-268,38	0,91	0,09	1,11	-0,11	0,20

Tabel 7. Nilai D cr uji Smirnov-Kolmogorov

n	α			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,18	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23

$d_{maks} = 0,20$

Nilai d_{kritis} didapatkan dari Tabel 7.

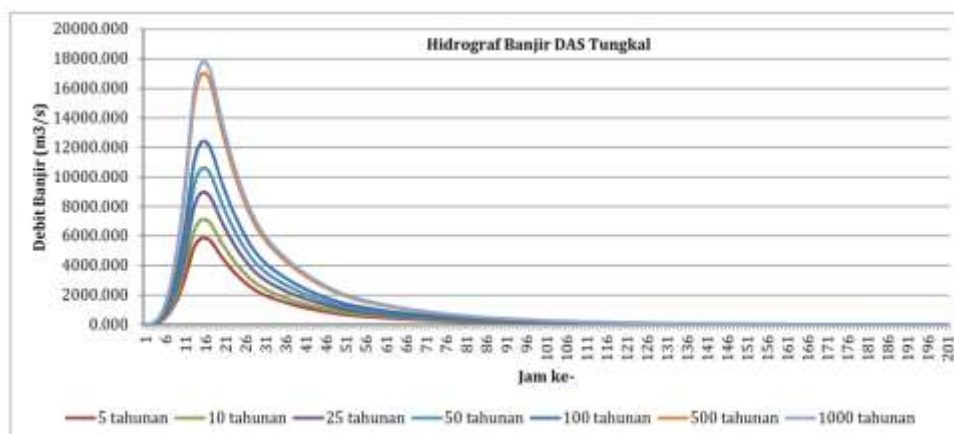
Derajat kepercayaan 5% dan $n=10$

$d_{kritis} = 0,41$

Dapat diambil keputusan bahwa distribusi frekuensi data hujan diterima, Karena nilai $d_{maks} < d_{kritis}$.

Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana dihitung menggunakan metode HSS Nakayasu (Kang et al., 2009; R. M.S. Prastica et al., 2018; Rian Mantasa Salve Prastica et al., 2017). Gambar berikut ini merupakan hasil yang didapatkan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hidrograf banjir DAS Tungkal metode HSS Nakayasu



Gambar 4. Sungai Pengabuan

Analisis Hidrolika

Sungai Pengabuan yang ditunjukkan warna merah pada Gambar 4. memiliki panjang 120 km. Panjang Sungai Pengabuan yang digunakan analisis hidrolika berwarna kuning pada Gambar 4. sepanjang 6.11 km. Trial dilakukan untuk menemukan kedalaman saluran yang bisa menampung air dengan debit banjir kala ulang 100 tahun (Q_{100}) sebesar 12432,19 m³/s.

Data eksisting:

Lebar sungai eksisting (B)	= 120 meter	Z	= 2
Kedalaman (y)	= 10 meter	Bentuk saluran	= trapesium
Elevasi hulu	= 13 meter	A	= 1000 m ²
Elevasi hilir	= 9 meter	P	= 124,721 m
Lebar permukaan sungai (Bw)	= 80 meter	R	= 8,018 m
Panjang saluran	= 6110 meter		
Kemiringan penampang (So)	= (elevasi hulu – elevasi hilir)/ panjang saluran		

$$= 0,000655$$

Koefisien *manning* terpakai

$$= 0,05 \text{ (tanah)}$$

Debit banjir rancangan kala ulang 100 tahun (Q_{100}) = 12432,19 m³/s

Debit tampung (Q_{tampung})

$$= \frac{1,49}{n} S_o^{\frac{1}{2}} A R^{\frac{2}{3}}$$

$$= 3054,441 \text{ m}^3/\text{s}$$

Berdasarkan analisis banjir pada kondisi eksisting, dapat dilihat bahwa kapasitas tampungan lebih kecil daripada debit banjir yang terjadi, yaitu 3054,441 m³/s < 12432,19 m³/s. Sehingga, sungai di area studi meluap. Mitigasi struktural yang diusulkan pada penelitian ini adalah iterasi atau perubahan dimensi hidrolika sungai agar tidak meluap menggunakan iterasi *Newton*. Data skenario mitigasi modifikasi hidrolika sungai adalah sebagai berikut.

Lebar sungai eksisting dasar (Bw)	= 80 meter	Z	= 2
Elevasi hulu	= 13 meter	Bentuk saluran	= trapesium
Elevasi hilir	= 9 meter	Kemiringan penampang (S0)	= 0,00065
Selisih elevasi	= 4 meter	Debit banjir rancangan Q_{100}	= 12432,19 m ³ /s
Panjang saluran	= 6110 meter		

$$Q = \frac{1,49}{n} \times S_o^{\frac{1}{2}} \times \frac{((Bw+(zy)) \times y)^{\frac{5}{3}}}{(Bw+2y\sqrt{1+z^2})^{\frac{2}{3}}}$$

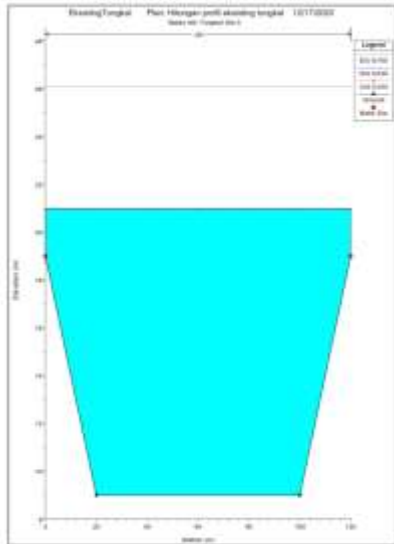
$$Y = yj - \frac{\left(1 - \frac{Q}{Q_j}\right) 3y(Bw+zy)(Bw+2y\sqrt{1+z^2})}{(Bw+2zy)(5Bw+6y\sqrt{1+z^2})+4zy^2\sqrt{1+z^2}}$$

Berdasarkan tabel iterasi diperoleh kedalaman iterasi (yj) 21,65 meter dan kapasitas tampungan debit banjir menjadi 12432,05 m³/s. Dengan kapasitas tampungan ini, kondisi banjir dapat dikendalikan.

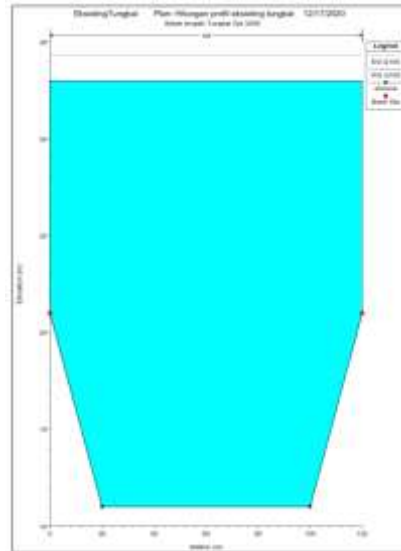
Analisis Profil Muka Air dengan HEC-RAS

Pada Gambar 5, 6, dan 7 dapat dilihat bahwa dengan debit banjir kala ulang 100 tahun sebesar 12432,19 m³/s dan dimensi eksisting sungai seperti data di bawah ini, maka terjadi sungai meluap. Data eksisting HEC-RAS pada *software* adalah sebagai berikut.

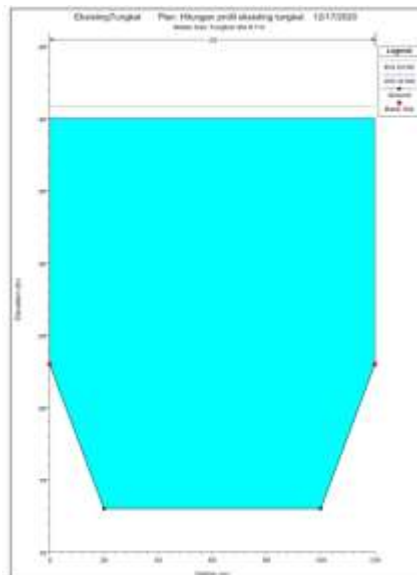
Debit saluran	= 12432,19 m ³ /s (debit kala ulang 100 tahun)		
Kedalaman	= 10 meter	Elevasi hulu	= 13
Lebar bawah sungai	= 80 meter	Elevasi hilir	= 9
Lebar atas sungai	= 120 meter	Bentuk saluran	= trapezium
Z	= 2	So	= 0,000655
Koefisien manning	= 0,05		



Gambar 5. Analisis profil banjir sungai bagian hilir pada kondisi eksisting



Gambar 6. Analisis profil banjir sungai bagian tengah pada kondisi eksisting

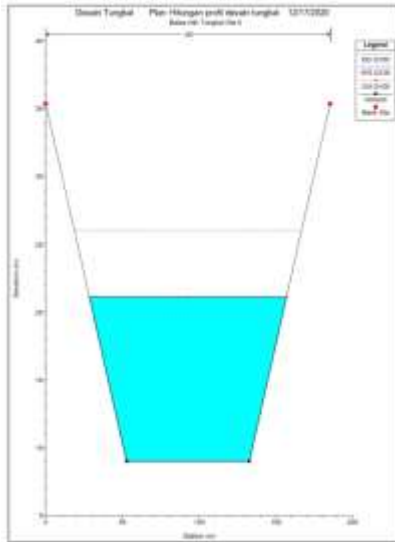


Gambar 7. Analisis profil banjir sungai bagian hulu pada kondisi eksisting

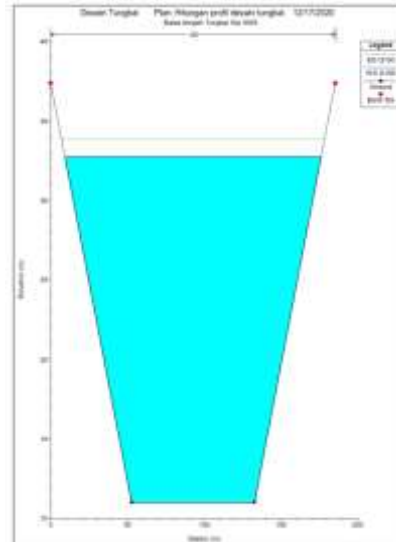
Pada Gambar 8, 9, dan 10 dapat dilihat dengan dimensi desain saluran baru yaitu kedalaman 26,36 meter dengan debit banjir kala ulang 100 tahun sebesar 12432,19 m³/s tidak terjadi sungai meluap. Hal ini terjadi karena telah terjadi perubahan dimensi saluran yang diperdalam dari 10 meter menjadi 26,36 meter. Data desain skenario modifikasi hidrolika adalah sebagai berikut.

Debit saluran	= 12432,19 m ³ /s
Kedalaman	= 21,65 meter

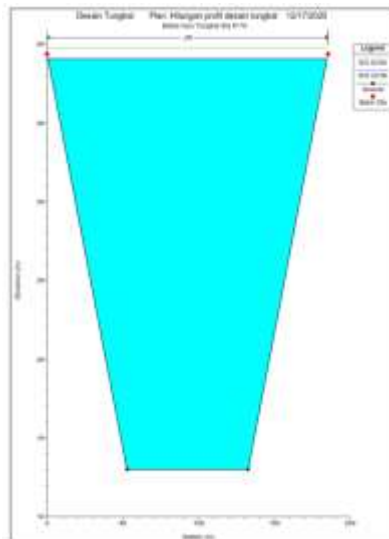
Tinggi jagaan = 4,7 meter
 Total kedalaman = 26,36 meter
 Lebar bawah sungai (Bw) = 80 meter
 Koefisien manning = 0,05
 Z = 2



Gambar 8. Analisis profil banjir sungai bagian hilir setelah normalisasi



Gambar 9. Analisis profil banjir sungai bagian tengah setelah normalisasi



Gambar 10. Analisis profil banjir sungai bagian hulu setelah normalisasi

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis diketahui debit banjir rancangan kala ulang 5 tahun ($5889,69 \text{ m}^3/\text{s}$), kala ulang 10 tahun ($7138,06 \text{ m}^3/\text{s}$), kala ulang 25 tahun ($8977,51 \text{ m}^3/\text{s}$), kala ulang 50 tahun ($10610,63 \text{ m}^3/\text{s}$), kala ulang 100 tahun ($12432,19 \text{ m}^3/\text{s}$), kala ulang 500 tahun ($17053,74 \text{ m}^3/\text{s}$), dan kala ulang 1000 tahun ($17829,34 \text{ m}^3/\text{s}$). Dari hasil analisis penampang sungai eksisting dengan debit banjir kala ulang 100 tahun (Q_{100}) dan kedalaman sungai 10 meter terlihat sungai meluap atau banjir. Maka perlu dimensi saluran yang sesuai untuk menampung air agar tidak banjir. Analisis dengan kedalaman baru yaitu 21,65 meter terlihat sungai sudah tidak meluap. Dengan desain saluran baru tersebut dapat mengurangi risiko banjir apabila diterapkan secara langsung di lapangan. Namun, hal ini akan berdampak pada biaya yang tinggi pada manajemen mitigasi, sehingga diperlukan analisis lebih terkait mitigasi bencana struktural dan non-struktural yang terintegrasi agar biaya untuk mitigasi bencana banjir di sungai wilayah studi dapat tercapai dengan efektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih pertama ditujukan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan nikmatNya. Selanjutnya, terima kasih penulis utama ucapkan kepada Rian Mantasa Salve Prastica selaku Dosen Departemen Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada yang memberikan arahan dan masukan dalam penelitian ini dan Laboratorium Hidrolika dan Bangunan Air Departemen Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada. Penelitian ini didukung oleh Hibah Penelitian Dana Masyarakat Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada tahun 2021.

REFERENSI

- Ben Khalfallah, C., & Saidi, S. (2018). Spatiotemporal floodplain mapping and prediction using HEC-RAS - GIS tools: Case of the Mejerda river, Tunisia. *Journal of African Earth Sciences*, 142, 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2018.03.004>
- Farooq, M., Shafique, M., & Khattak, M. S. (2019). Flood hazard assessment and mapping of River Swat using HEC-RAS 2D model and high-resolution 12-m TanDEM-X DEM (WorldDEM). *Natural Hazards*, 97(2), 477–492. <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03638-9>
- Geravand, F., Hosseini, S. M., & Ataie-Ashtiani, B. (2020). Influence of river cross-section data resolution on flood inundation modeling: Case study of Kashkan river basin in western Iran. *Journal of Hydrology*, 584(December 2019), 124743. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124743>
- Kang, M. S., Koo, J. H., Chun, J. A., Her, Y. G., Park, S. W., & Yoo, K. (2009). Design of drainage culverts considering critical storm duration. *Biosystems Engineering*, 104(3), 425–434. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2009.07.004>
- Khan, M. S. A. (2008). Disaster preparedness for sustainable development in Bangladesh. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 17(5), 662–671. <https://doi.org/10.1108/09653560810918667>
- Kumar, N., Kumar, M., Sherring, A., Suryavanshi, S., Ahmad, A., & Lal, D. (2019). Applicability of HEC - RAS 2D and GFMS for flood extent mapping : a case study of Sangam area , Prayagraj , India. *Modeling Earth Systems and Environment*, (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s40808-019-00687-8>
- Prastica, R. M.S., Maitri, C., Hermawan, A., Nugroho, P. C., Sutjiningsih, D., & Anggraheni, E. (2018). Estimating design flood and HEC-RAS modelling approach for flood analysis in Bojonegoro city. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 316(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/316/1/012042>
- Prastica, Rian Mantasa Salve, Adi, D. A. R., & Famila, N. (2020a). Analisis Pendahuluan tentang Pemeliharaan Infrastruktur Keairan di DAS Opak, Kali Code, Yogyakarta (No. (Tidak Dipublikasikan)). Yogyakarta.
- Prastica, Rian Mantasa Salve, Adi, D. A. R., & Famila, N. (2020b). Mitigasi banjir dan alternatif pemeliharaan infrastruktur keairan pada sub-DAS code Yogyakarta. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 16(1), 25–33. <https://doi.org/10.36055/tjst.v16i1.7316>
- Prastica, Rian Mantasa Salve, Apriatresnayanto, R., & Marthanty, D. R. (2019). Structural and green infrastructure mitigation alternatives prevent Ciliwung River from water-related landslide. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 9(6), 1825–1832.
- Prastica, Rian Mantasa Salve, Maitri, C., Nugroho, P. C., & Hermawan, A. (2017). Analisis Banjir dan Perencanaan Desain Transportasi Sungai di Kota Bojonegoro. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 23(2), 91. <https://doi.org/10.14710/mkts.v23i2.15981>
- Quirogaa, V. M., Kurea, S., Udoa, K., & Manoa, A. (2016). Application of 2D numerical simulation for the analysis of the February 2014 Bolivian Amazonia flood: Application of the new HEC-RAS version 5. *Ribagua*, 3(1), 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.riba.2015.12.001>
- Radcliffe, J. C., Page, D., Naumann, B., & Dillon, P. (2017). Fifty years of water sensitive urban design, Salisbury, South Australia. *Frontiers of Environmental Science and Engineering*, 11(4), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s11783-017-0937-3>
- Rangari, V. A., Umamahesh, N. V., & Bhatt, C. M. (2019). Assessment of inundation risk in urban floods using HEC RAS 2D. *Modeling Earth Systems and Environment*, 5(4), 1839–1851. <https://doi.org/10.1007/s40808-019-00641-8>
- Setyoasri, Y. P., & Prastica, R. M. S. (2020). Rapid assessment of river watershed health and vulnerability level for restoration strategy: A study of river systems in Indramayu, West Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 423(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/423/1/012016>
- Sugar, L., Kennedy, C., & Hoornweg, D. (2013). Synergies between climate change adaptation and mitigation in development: Case studies of Amman, Jakarta, and Dar es Salaam. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 5(1), 95–111. <https://doi.org/10.1108/17568691311299381>
- Zellou, B., & Rahali, H. (2017). Assessment of reduced-complexity landscape evolution model suitability to adequately simulate flood events in complex flow conditions. *Natural Hazards*, 86(1), 1–29. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2671-8>