

KAJIAN ALTERNATIF PENGENDALIAN BANJIR SUNGAI GLIDIK KABUPATEN MALANG

Dendy Rizky Aminullah ¹, Sriliani Surbakti ², dan Erni Yulianti ³

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang

²⁾³⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang

Email: dendy99rizky@gmail.com

ABSTRACT

The Glidik River is the main river of the Glidik Watershed, which administratively serves as the boundary between Ampelgading Subdistrict in Malang Regency and Pronojiwo Subdistrict in Lumajang Regency. The Glidik Watershed has a main river channel that stretches 23.8 km with an overall area of approximately ±34,239.3 ha. Flooding in Lebakharjo Village is caused by water overflowing from its tributary, namely the Kalimanjing River. Several areas in Lebakharjo Village are affected by floods, accompanied by mud deposits, impacting 189 houses with several points of landslides. Additionally, 100 hectares of agricultural land are submerged in water and mud with a height of ±2 meters within a 5-hour time span. Given these existing conditions, an alternative flood control strategy is needed for the Glidik Sub-Watershed by improving the river's capacity. The alternative flood control methods will be simulated using the HEC-RAS 6.0 program, utilizing the Q25-50th recurrence interval discharge. This is aimed at anticipating potential flood occurrences in the future. The results of the levees simulation, with a discharge of 368.47 m³/sec at the 50th recurrence interval, indicate a significant reduction in flood points. After conducting the simulation, it is known that the levees alternative can reduce up to 70% of flood runoff at each analyzed point.

Keywords : *alternative, River, Levees.*

ABSTRAK

Sungai Glidik merupakan sungai utama dari DAS Glidik yang secara administratif menjadi batas antara Kecamatan Ampelgading Kabupaten Malang dengan Kecamatan Pronojiwo Kabupaten Lumajang. DAS Glidik mempunyai alur sungai utama sepanjang 23,8 km dengan luas keseluruhan DAS ±34.239,3 ha. Luapan air pada Desa Lebakharjo diakibatkan air yang memadati anak sungai, yakni Sungai Kalimanjing. Beberapa wilayah di Desa Lebakharjo yang terdampak banjir disertai material lumpur sebanyak 189 rumah yang disertai beberapa titik tanah longsor, dan 100 hektare lahan pertanian warga juga tergenang air dan material lumpur setinggi ±2 meter dengan rentang waktu 5 jam. Dari kondisi eksisting tersebut, maka diperlukan alternatif pengendalian banjir pada Sub DAS Glidik dengan cara memperbaiki kapasitas sungai. Kajian alternatif pengendalian banjir akan disimulasikan pada program HEC-RAS 6.0 dengan menggunakan debit kala ulang Q25-50th. Hal ini bertujuan untuk mengantisipasi terjadinya luapan banjir dimasa yang akan datang. Hasil simulasi tanggul penahan banjir menggunakan debit banjir kala ulang 50th sebesar 368.47 m³/detik menunjukkan penurunan titik banjir yang signifikan. Setelah dilakukan simulasi tersebut alternatif tanggul penahan banjir diketahui dapat mereduksi sampai 70% limpasan air banjir pada setiap titik yang dianalisis.

Kata Kunci : Alternatif, Sungai, Tanggul Penahan Banjir.

1. PENDAHULUAN

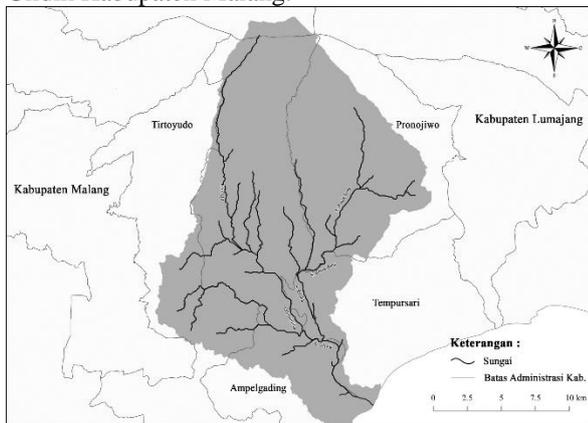
Banjir merupakan fenomena alam yang dapat menjadi suatu peristiwa bencana apabila dapat menyebabkan kesulitan hidup, kehilangan nyawa, dan kerugian harta benda yang melebihi kapasitas penanggulangan manusia yang terdampak. Desa Lebakharjo terletak di wilayah Kecamatan Ampelgading Kabupaten Malang dengan posisi dibatasi oleh wilayah Desa-Desa tetangga. Di sebelah Utara berbatasan dengan Desa Sonowangi Kecamatan Ampelgading. Di sebelah Barat berbatasan dengan Desa Sumbertangkil Kecamatan Tirtoyudo. Di sisi Selatan berbatasan dengan Samudra Indonesia, sedangkan di sisi timur berbatasan dengan Sungai Glidik Desa Purorejo Kecamatan Tempursari

Kabupaten Lumajang. Luas Wilayah Desa Lebakharjo adalah 806,12 Ha. Topografi ketinggian Desa ini adalah perbukitan yaitu sekitar 80 m diatas permukaan laut.

Sungai Glidik merupakan sungai utama dari DAS Glidik yang secara administratif menjadi batas antara Kecamatan Ampelgading Kabupaten Malang dengan Kecamatan Pronojiwo Kabupaten Lumajang (Gambar 1). Disamping itu DAS Glidik terdiri atas beberapa anak sungai, yakni Kalimanjing, Kali Lengkong, Kali Besuk Cukit, Kali Besuk Sarat, Kali Besuk Bang, Kali Besuk Kembar, Kali Kedungondo dan Kali Glidik sendiri sebagai sungai utamanya. Daerah aliran sungai Glidik mempunyai alur sungai utama sepanjang 23,8 km dengan luas keseluruhan DAS ±34.239,3 ha (Gambar 1). Luapan air pada Desa Lebakharjo

diakibatkan air yang memadati anak sungai, yakni Sungai Kalimanjing. Luapan sungai ini rata-rata mencapai ± 2 meter dengan rentang waktu 5 jam yang disertai sedimen. Selain karena faktor curah hujan yang tinggi juga disebabkan oleh kondisi bentuk sungai yang teranyam (braided) dimana dengan kondisi batuan berpasir mengakibatkan debit air dan pengendapan sedimen pada sungai ini relatif tinggi mengakibatkan air tertahan sehingga sungai kerap meluap saat debit sungai meningkat. Memperhatikan masalah-masalah yang berkaitan dengan banjir yang saat ini sering terjadi pada tugas akhir ini penulis akan mencoba mencari solusi yang tepat untuk penanganan banjir di Sub DAS Glidik yang sesuai sebagai solusi alternatif pengendalian banjir.

Untuk mengatasi masalah banjir yang didasarkan pada debit banjir. Penulis menentukan debit banjir rancangan kala ulang 2, 10, 25, 50, 100 tahunan dan mengevaluasi efektivitas dari setiap pendekatan yang dilakukan dalam pengendalian banjir secara virtual untuk menentukan alternatif pengendalian banjir sungai yang efektif agar dapat mengurangi dampak buruk dari banjir sungai di daerah tersebut. Dengan demikian, penelitian ini dapat menjadi dasar pengetahuan untuk memberikan alternatif metode pengendalian banjir yang optimal di wilayah Sungai Glidik Kabupaten Malang.



Gambar 1 Peta DAS Glidik Kabupaten Malang
(Sumber : UPTD WS Bondoyudo Baru)

2. LANDASAN TEORI

2.1 Analisis Curah Hujan

Dalam melakukan suatu analisa data curah hujan seringkali kita dihadapkan pada suatu frekuensi kejadian curah hujan dengan intensitas tertentu yang bisa digunakan dalam perhitungan pengendalian banjir, rancangan drainase dan lain-lain adalah hanya dengan menggunakan data pengamatan yang lalu. Terdapat 3 metode umum yang bisa digunakan untuk menganalisis data curah hujan dalam suatu lokasi studi, yakni :

a. Metode *Polygon Thiessen*

Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitar. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang

terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili stasiun tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. *Polygon Thiessen* secara matematis dapat ditulis :

$$\bar{R} = \frac{R_1A_1 + R_2A_2 + \dots + R_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Dimana :

\bar{R} = curah hujan rata-rata wilayah (mm)

A_n = luas wilayah pengaruh stasiun ke-I (km²)

R_n = curah hujan rata-rata stasiun ke-I (mm)

b. Metode Isohyet

Metode ini menentukan curah hujan rata-rata di daerah pegunungan dan sebaran stasiun/stasiun pemantauan tidak seragam. Dalam hal ini kita harus menggambar dulu contour dengan tinggi hujan yang sama (isohyet). Hasilnya lebih akurat daripada metode sebelumnya tetapi agak sulit untuk dihasilkan, umumnya untuk curah hujan tahunan, karena banyak sekali variasi sehingga isohyet akan berubah. Metode isohyet secara matematis dapat ditulis :

$$R = \frac{(R_1 + R_{i+1})A_1 + (R_2 + R_{i+2})A_2 + \dots + (R_n + R_{i+n})A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Dimana :

R = Curah hujan rata-rata

$R_1 + R_{i+1}$ = Curah hujan di setiap stasiun

$A_1 + A_2 + A_3$ = Luas daerah garis terdekat

c. Metode Aritmatika

Metode ini menggunakan curah hujan rerata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan. (Soemarto, 1999) curah hujan rata-rata metode aritmatika diberikan sesuai dengan bentuk berikut :

$$P = (P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n) / n$$

Dimana :

P = Curah hujan rata-rata (mm/bulan)

P_n = Curah hujan ke-n (mm/bulan)

n = Banyak data

2.2 Distribusi Curah Hujan

Distribusi curah hujan adalah estimasi hujan rencana yang akan terjadi pada DAS. Data curah hujan yang digunakan dalam analisis hidrologi suatu DAS dalam perencanaan minimal 10 tahun pengamatan. Terdapat dua metode yang dapat digunakan dalam menganalisa distribusi curah hujan, antara lain :

a. Metode Distribusi Log Pearson Type III

Distribusi Log Pearson Tipe III dikenal paling fleksibel, hal tersebut menjadikan distribusi ini menjadi jenis yang paling sering digunakan. Jenis distribusi ini seringkali digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (seperti banjir) dan minimum (seperti debit minimum) dengan nilai ekstrim. Persamaan fungsi distribusi sebagai berikut :

$$P(X) = \left[\frac{1}{a \cdot \Gamma \cdot b} \left(\frac{x-c}{a} \right)^{b-1} \cdot e - \left[\frac{x-c}{a} \right] \right]$$

Dimana :

- $P(X)$ = Peluang dari varian X
- X = nilai varian X
- a, b, c = parameter
- e = 2,71828
- Γ = Fungsi gamma

Selanjutnya, nilai logaritmik X dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Y = \bar{Y} + k \cdot S$$

Dimana :

- Y = Nilai logaritmik dari X
- \bar{Y} = Nilai rata-rata Y
- S = Deviasi standar
- k = Karakteristik distribusi

b. Metode Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel adalah suatu rumusan distribusi statistik. Fokus distribusi digunakan pada aplikasi dari teori nilai ekstrim untuk masalah rekayasa, dalam pemodelan tertentu fenomena meteorologi seperti arus banjir tahunan. Metode distribusi frekuensi Gumbel ditulis :

$$X_T = X + k \cdot S_x$$

$$X = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x)^2}{n-1}}$$

Dimana :

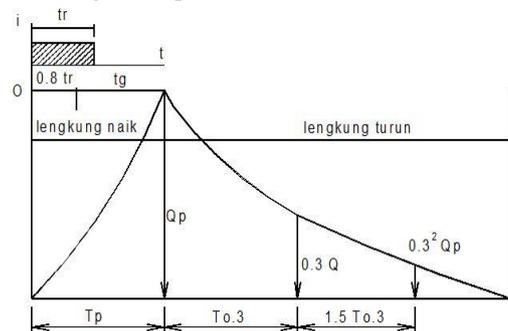
- X_T = besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun
- X = rata-rata x maksimum dari seri data X_i
- k = faktor frekuensi
- $K = \frac{Y_t - Y_n}{s_n}$
- Y_n = Variabel reduksi sebagai fungsi dari banyak data (N)
- S_n = Standar deviasi sebagai fungsi dari banyak data (N)
- Y_t = reduksi sebagai fungsi dari probabilitas periode ulang T tahun
- n = jumlah data

2.3 Debit Banjir Rencana

Aliran banjir rencana atau debit banjir rencana hidrologi adalah aliran terbesar yang diharapkan terjadi di sungai atau saluran alami dengan periode berulang tertentu yang dapat dilalui. Debit rencana dapat diperkirakan dengan menggunakan metode hidrograf satuan berdasarkan parameter dan karakteristik aliran. Teori hidrologi satuan merupakan metode perhitungan yang akurat dan sederhana. Metode yang dapat digunakan untuk menghitung besarnya aliran rencana antara lain metode Nakayasu, metode hidrograf satuan komposit ITB 1 dan ITB 2, metode hidrograf satuan sintetik SCS, dan metode hidrograf satuan sintetik Snyder. Pada studi yang akan dilakukan, penulis memilih Metode Nakayasu untuk menghitung debit banjir rencana. Hidrograf satuan sintetik Nakayasu dikembangkan berdasarkan hasil pengamatan dari hidrograf satuan alami.

a. Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu

Hidrograf satuan tak berdimensi Nakayasu adalah hidrograf sintetik yang diekspresikan dalam bentuk perbandingan antara debit Q dengan debit puncak Q_p dan waktu / dengan waktu naik T_p dan selanjutnya dibentuk menjadi kurva. HSS Nakayasu seperti ditunjukkan pada Gambar berikut :



Gambar 2 Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu

- **Data Karakteristik DAS**
Akan diperoleh beberapa elemen penting seperti Luas DAS (A) dan panjang sungai (L.) dari peta DAS yang dianalisa dan kemudian elemen- elemen tersebut dapat digunakan untuk menentukan bentuk dari hidrograf satuan sintetik Nakayasu.
- **Time Lag (Tg) dan Waktu Puncak (Tp)**
Time lag dan waktu puncak dapat ditentukan dari persamaan berikut ini:
 $T_g = 0,4 + 0,058L$ untuk $L > 15$ km
 $T_g = 0,21 L^{0,7}$ untuk $L < 15$ km
 $T_p = T_g + 0,8 tr \cdot 2,21$
 $Tr = 0,5 tg$ sampai tg
 Dimana :
 $T_p = Peak\ time\ (jam)$

T_g = Time lag yaitu waktu terjadinya hujan sampai terjadinya debit puncak (jam)

- Debit Puncak untuk hujan efektif 1 mm pada daerah seluas A km² Jika harga waktu puncak dan waktu dasar diketahui, maka debit puncak hidrograf satuan sintetis akibat tinggi hujan satu satunya Re-1 mm yang jatuh selama durasi hujan satu satuan Tr-1 jam, dapat dihitung dengan :

$$Q_p = \frac{C.A.Re}{3.6 (0.3T_p + T_{0.3})}$$

Dimana :

Q_p = Debit puncak banjir (m³/det)

C = Nilai koefisien aliran

Re = Hujan efektif satuan (1 mm)

T_p = Waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0.3}$ = Waktu penurunan debit, dari puncak sampai 30%

($T_{0.3} = \alpha T_g$)

α = Parameter hidrograf

Nilai parameter hidrograf α dalam tiga kondisi, meliputi :

$\alpha = 2.0$ pada daerah pengaliran biasa

$\alpha = 1.5$ pada bagian naik hidrograf lambat dan turun cepat

$\alpha = 3.0$ pada bagian naik hidrograf cepat dan turun lambat

- Persamaan Bentuk dasar Hidrograf Satuan

Bentuk Hidrograf Satuan Nakayasu terdiri dari empat segmen kurva yang dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

Pada waktu kurva naik : $0 < t < T_p$

$$Q_p = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2.4}$$

Dimana :

$Q(t)$ = Limpasan sebelum mencari debit puncak (m³)

T = Waktu (jam)

- Pada waktu kurva
Selang nilai ; ($T_p < t < T_p + T_{0.3}$)

$$Q(t) = Q_p \cdot 0.3 \frac{(t.T_p)^{2.4}}{T_{0.3}}$$

Selang nilai ; ($T_p + T_{0.3} \leq t < T_p + 1.5 T_{0.3}$)

$$Q(t) = Q_p \cdot 0.3 \frac{t - T_p + 0.5 T_{0.3}}{1.5 T_{0.3}}$$

Selang nilai : $t > (T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3})$

$$Q(t) = Q_p \cdot 0.3 \frac{t - T_p + 0.5 T_{0.3}}{2 T_{0.3}}$$

Rumus-rumus di atas merupakan rumus eksperimental, oleh karena itu penerapannya di DAS harus dilakukan terlebih dahulu sebelum memilih parameter yang sesuai yaitu T_p dan α , serta pola sebaran curah hujan untuk mendapatkan pola hidrograf yang realistis.

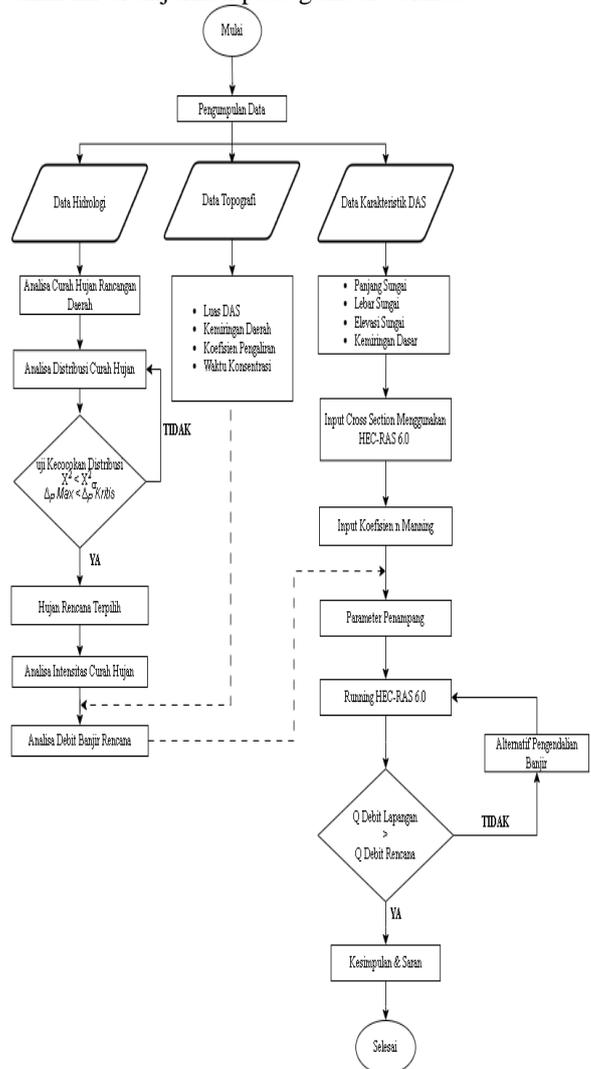
2.4 HIDROLIKA SUNGAI

Untuk mengetahui perilaku aliran pada saluran yang dijadikan objek kajian, perlu dilakukan analisis yang mampu menggambarkan kondisi hidraulisnya. Dalam analisis hidrolika sungai dimaksudkan untuk memvalidasi profil muka air banjir dengan berbagai kala ulang dari debit banjir rencana. Dalam analisa ini diperlukan program bantu HEC-RAS. HEC-RAS merupakan aplikasi bantuan yang diciptakan oleh *Hydrologic Engineering Centre* (HEC) yang merupakan satu divisi dalam *Institute for Water Resource*, dibawah *US Army Corps of Engineers* (USAGE). Program ini merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one dimensional flow model*).

3. METODE PENELITIAN

3.1 DIAGRAM ALIR

Dalam tugas akhir ini penulis bertujuan untuk menghasilkan solusi yang tepat dalam pengendalian banjir Sub DAS Glidik. Adapun alur penelitian tugas akhir ini ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3 Bagan Alir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 ANALISA CURAH HUJAN RANCANGAN

Besaran luas pengaruh curah hujan dapat dihitung untuk mengetahui curah hujan rata-rata yang dihasilkan dari titik-titik stasiun yang telah dicatat. Dengan cara data curah hujan harian maksimum dari setiap stasiun diurutkan berdasarkan tanggal, lalu tiap satu tahun pengamatan dipilih curah hujan paling tinggi untuk mewakili daerah pengaruh stasiun di tahun tahun selanjutnya.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Wilayah

No.	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum			CH. Rata-rata (mm)
		Sta. Dampit	Sta. Rawaan	Sta. Curah Koboan	
		(Km ²)	(Km ²)	(Km ²)	
		65.8496	51.1062	33.4031	
1	2013	75.00	96.00	95.00	86.60
2	2014	74.00	97.00	120.00	92.15
3	2015	89.00	195.00	90.00	125.02
4	2016	147.00	236.00	142.00	175.92
5	2017	103.00	98.00	192.00	121.40
6	2018	86.00	121.00	145.00	111.13
7	2019	92.00	98.00	105.00	96.96
8	2020	156.00	186.00	108.00	155.30
9	2021	96.00	123.00	190.00	126.33
10	2022	176.00	255.00	130.00	192.29

- Distribusi Log Pearson Type III

Nilai curah hujan rerata daerah kemudian dihitung distribusinya menggunakan Log Pearson Type III. Di awal analisa, data curah hujan diubah menjadi data logaritmatik.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Log Pearson Type III

No.	Tahun	Curah Hujan (X)	log X	(Log X - Log Xrerata) ²	(Log X - Log Xrerata) ³
1	2013	86.58	1.9374	0.0244	-0.003817
2	2014	92.04	1.9640	0.0168	-0.002184
3	2015	125.25	2.0978	0.0000	0.000000
4	2016	176.14	2.2459	0.0232	0.003523
5	2017	121.07	2.0830	0.0001	-0.000001
6	2018	111.00	2.0453	0.0023	-0.000113
7	2019	96.93	1.9864	0.0115	-0.001234
8	2020	155.53	2.1918	0.0096	0.000945
9	2021	126.06	2.1006	0.0000	0.000000
10	2022	192.63	2.2847	0.0365	0.006971
Jumlah		1283.1105	20.9370	0.1245	0.004091
Rerata		128.3111	2.0937		
Standar Deviasi				0.1176	
Cs				0.3490	

- Distribusi Gumbell

Nilai curah hujan rerata daerah juga dihitung distribusinya menggunakan distribusi Gumbell. Adapun data curah hujan telah memenuhi syarat koefisien kurtosis (Ck) dan koefisien kemencengan (Cs).

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Distribusi Gumbell

No.	Tahun	Curah Hujan (X)	X - Xrerata	(X - Xrerata) ²
1	2013	86.58	-41.7428	1742.4649
2	2014	92.04	-36.2870	1316.7465
3	2015	125.25	-3.0727	9.4418
4	2016	176.14	47.8161	2286.3799
5	2017	121.07	-7.2514	52.5822
6	2018	111.00	-17.3202	299.9907
7	2019	96.93	-31.3964	985.7311
8	2020	155.53	27.2096	740.3631
9	2021	126.06	-2.2639	5.1254
10	2022	192.63	64.3088	4135.6178
Jumlah		1283.2375	0.000	11574.4436
Rerata		128.3237		
Sd			35.8615	

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa data curah hujan dapat dihitung pola distribusinya dengan dua metode diatas. Selanjutnya, perlu dilakukan pencocokkan kedua nilai frekuensi curah hujan dengan tujuan untuk menilai apakah persamaan distribusi probabilitas yang telah dipilih dapat digunakan atau mewakili distribusi statistic dari data sampel yang dianalisis

4.2 UJI KECOCOKAN DISTRIBUSI

Dari hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan nilai frekuensi curah hujan dengan polanya masing-masing. Selanjutnya harus dilakukan uji kesesuaian distribusi untuk menguji apakah pemilihan distribusi yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana diterima atau tidak. Uji ini menggunakan dua metode, yakni metode *Chi-Square* dan metode *Smirnov Kolmogorov*.

Tabel 4.4 Uji Kesesuaian Distribusi

Tr (tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)	
	Metode	Metode
	Log Pearson III	EJ Gumbel
2	122.150	123.464
5	154.942	166.264
10	177.071	194.600
25	269.548	230.404
50	227.342	256.965
100	249.496	283.330
Uji Chi Kuadrat		
X ² hitung	1.000	2.000
D kritis	5.991	5.991
Kesimpulan	Diterima	Diterima
Uji Smirnov-Kolmogorov		
D hitung	0.2462	0.1128
D kritis	0.4090	0.4090
Kesimpulan	Diterima	Diterima

Dari uji yang telah dilakukan diatas dapat disimpulkan bahwa metode EJ Gumbel dapat dipilih sebagai metode yang paling sesuai untuk merencanakan curah hujan. Hal ini disebabkan oleh perencanaan yang mempertimbangkan curah hujan rencana terbesar, sehingga desain rencana ini mampu mengantisipasi kejadian hujan besar di masa depan.

4.3 HIDROGRAF SATUAN SINTETIS NAKAYASU

Pada perhitungan debit rancangan, perencanaan dihitung menggunakan kala ulang banjir Q2-Q100 tahun hal ini dimaksudkan untuk menyesuaikan pemodelan anak sungai glidik terhadap muka air banjir pada kondisi eksisting dalam kala ulang tertentu.

- Menghitung [Tg] (jam)

$$T_g = 0.4 + (0.058L)$$

$$T_g = 0.4 + (0.058 \times 41.165)$$

$$T_g = 2.79 \text{ jam}$$

- Menghitung [Tr] (jam)

$$T_r = 0.75 + T_g$$

$$T_r = 0.75 + 2.79$$

$$T_r = 2.09 \text{ jam}$$
- Menghitung [Tp] (jam)

$$T_p = T_g + (0.8 \times T_r)$$

$$T_p = 2.79 + (0.8 \times 2.09)$$

$$T_p = 4.46 \text{ jam}$$
- Menghitung [T0,3] (jam)

$$T_{0.3} = \alpha \times T_g$$

$$T_{0.3} = 1.50 \times 2.79$$

$$T_{0.3} = 4.17 \text{ jam}$$

$$0.5T_{0.3} = 0.5 \times 4.17$$

$$= 2.08 \text{ jam}$$

$$1.5T_{0.3} = 1.5 \times 4.17$$

$$= 6.25 \text{ jam}$$

$$2T_{0.3} = 2 \times 4.17$$

$$= 8.34 \text{ jam}$$

- Menghitung [Qp] (m³/detik)

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_o}{3.6(0.3T_p + T_{0.3})}$$

$$Q_p = \frac{0.473 \times 150.358 \times 1}{3.6(0.3 \times 4.46 + 4.17)}$$

$$Q_p = 4.12 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Menghitung Base Flow (m³/detik)

$$D = \frac{L}{A}$$

$$D = \frac{41.165}{150.358}$$

$$D = 0.274$$

$$Q_b = 0.4715 \times A^{0.644} \times D^{0.943}$$

$$Q_b = 0.4715 \times 150.358^{0.644} \times 0.274^{0.943}$$

$$Q_b = 3.521 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabel 4.5 Ordinats Titik Lengkung Naik

T(jam)	Q(m ³ /dt/mm)	Keterangan
0	0	Lengkung Naik (Qa)
1	0.114	
2	0.602	
3	1.592	
4	3.176	
5	3.529	

Tabel 4.6 Ordinats Titik Lengkung Turun Tahap I

T(jam)	Q(m ³ /dt/mm)	Keterangan
6	2.644	Lengkung Turun Tahap 1 (Qd1)
7	1.981	
8	1.484	
9	1.112	

Tabel 4.7 Ordinats Titik Lengkung Turun Tahap II

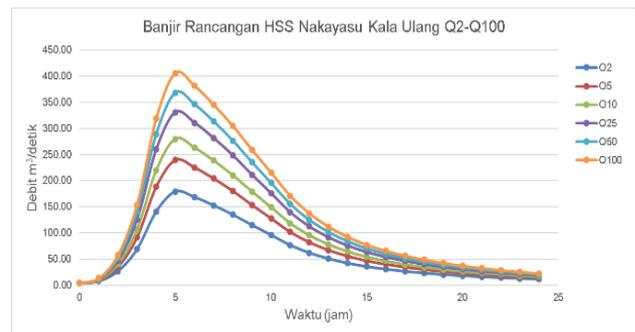
T(jam)	Q(m ³ /dt/mm)	Keterangan
10	0.950	Lengkung Turun Tahap 2 (Qd2)
11	0.784	
12	0.647	
13	0.533	
14	0.440	
15	0.363	

Tabel 4.8 Ordinats Titik Lengkung Turun Tahap III

T(jam)	Q(m ³ /dt/mm)	Keterangan
16	0.316	Lengkung Turun Tahap 3 (Qd3)
17	0.273	
18	0.237	
19	0.205	
20	0.177	
21	0.153	
22	0.133	
23	0.115	
24	0.099	

Tabel 4.9 HSS Nakayasu Sub DAS Glidik

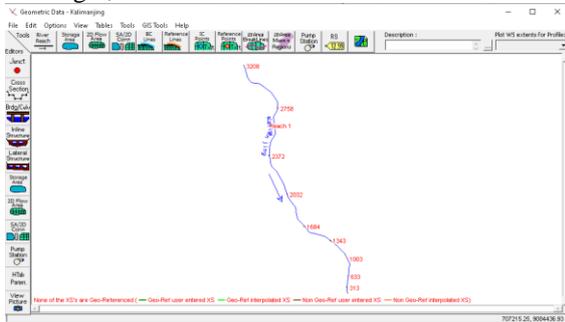
t (jam)	Q HSS (m ³ /det/mm)	Distribusi Hujan Jam-Jaman Hidrograf Satuan (mm) Kala Ulang 25Tahun						Qb (m ³ /detik)	Q Total (m ³ /detik)
		R1	R2	R3	R4	R5	R6		
		68.95	17.92	12.57	10.01	8.45	7.39		
0	0	0.00						3.521	3.52
1	0.114	7.86	0.00					3.521	11.38
2	0.602	41.49	2.04	0.00				3.521	47.05
3	1.592	109.78	10.78	1.43	0.00			3.521	125.52
4	3.176	218.97	28.53	7.56	1.14	0.00		3.521	259.73
5	3.529	243.31	56.92	20.02	6.02	0.96	0.00	3.521	330.75
6	2.644	182.28	63.24	39.92	15.94	5.09	0.84	3.521	310.83
7	1.981	136.55	47.38	44.36	31.78	13.46	4.45	3.521	281.50
8	1.484	102.30	35.49	33.23	35.32	26.84	11.76	3.521	248.47
9	1.112	76.64	26.59	24.90	26.46	29.82	23.46	3.521	211.39
10	0.950	65.52	19.92	18.65	19.82	22.34	26.07	3.521	175.84
11	0.784	54.04	17.03	13.97	14.85	16.74	19.53	3.521	139.68
12	0.647	44.58	14.05	11.95	11.12	12.54	14.63	3.521	112.39
13	0.533	36.77	11.59	9.85	9.51	9.39	10.96	3.521	91.60
14	0.440	30.33	9.56	8.13	7.84	8.03	8.21	3.521	75.62
15	0.363	25.02	7.88	6.70	6.47	6.62	7.02	3.521	63.24
16	0.316	21.78	6.50	5.53	5.34	5.46	5.79	3.521	53.92
17	0.273	18.85	5.66	4.56	4.40	4.51	4.78	3.521	46.28
18	0.237	16.31	4.90	3.97	3.63	3.72	3.94	3.521	40.00
19	0.205	14.12	4.24	3.44	3.16	3.07	3.25	3.521	34.80
20	0.177	12.22	3.67	2.97	2.74	2.67	2.68	3.521	30.47
21	0.153	10.58	3.18	2.57	2.37	2.31	2.33	3.521	26.86
22	0.133	9.16	2.75	2.23	2.05	2.00	2.02	3.521	23.73
23	0.115	7.93	2.38	1.93	1.77	1.73	1.75	3.521	21.01
24	0.099	6.86	2.06	1.67	1.54	1.50	1.51	3.521	18.66
Q Puncak									330.75



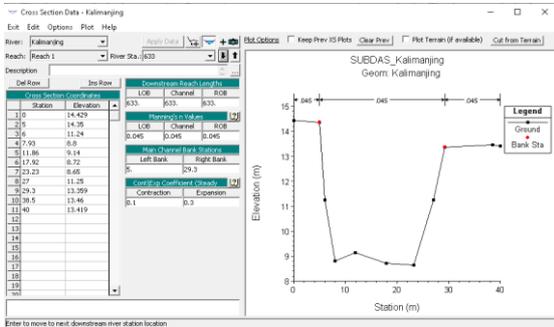
Gambar 4.1 Rekapitulasi Debit Banjir Rencana

4.4 ANALISA HIDROLIKA SUNGAI

Analisa hidrolika dimodelkan pada HEC-RAS 6.0. Analisa muka air banjir Sungai Kalimantanj menggunakan aliran *Unsteadyflow* dengan nilai koefisien manning 0,045.

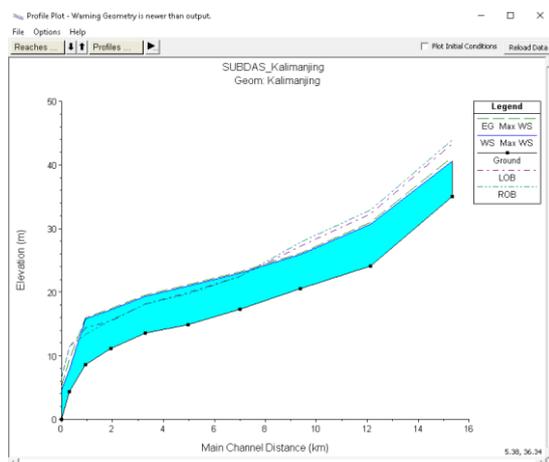


Gambar 4.2 Geometri Sungai Pemodelan HEC-RAS

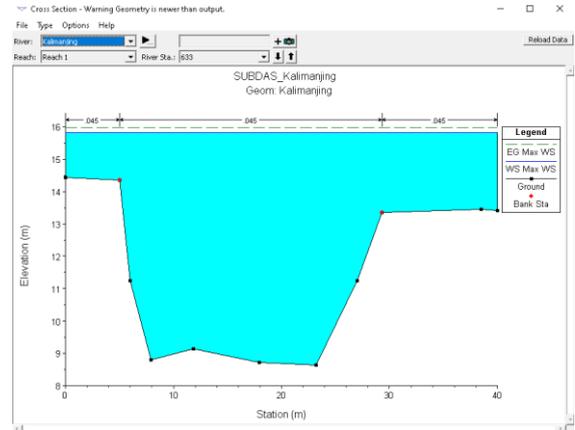


Gambar 4.3 Potongan Melintang Sungai

Setelah dilakukan pemodelan bentuk sungai dilakukan analisa terkait kondisi muka air eksisting dengan cara menginput data debit banjir kala ulang Q2-100 tahun dengan tipe aliran *unsteady flow* untuk menemukan limpasan banjir.



Gambar 4.4 Hasil Analisa Kondisi Eksisting Potongan Memanjang Sungai Kalimantanj



Gambar 4.5 Hasil Analisa Kondisi Eksisting Potongan Melintang Sungai Kalimantanj

Tabel 4.10 Evaluasi Kapasitas Kondisi Eksisting Sungai Kalimantanj

EKSTING KALA ULANG 25 TAHUN												
Sungai	Titik Sta.	Q Total (m ³ /s)	h (m)	Min Ch El (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	MAB (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	Keterangan	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kalimanjing	10	330,75	4,25	35,05	0,004218	3,35	98,43	40,52	43,27	43,18	Aman	Aman
Kalimanjing	9	330,75	5,29	24,05	0,002061	2,58	124,42	30,63	32,27	32,18	Aman	Aman
Kalimanjing	8	330,75	5,31	20,55	0,008446	1,56	203,08	27,18	27,27	27,79	Aman	Meluap
Kalimanjing	7	330,75	3,75	17,29	0,001507	1,86	171,79	24,58	24,27	23,6	Meluap	Meluap
Kalimanjing	6	330,75	3,27	14,88	0,001541	2,05	161,79	21,46	19,9	19,77	Meluap	Meluap
Kalimanjing	5	330,75	3,69	13,57	0,001294	2,01	159,26	19,08	18,12	18,09	Meluap	Meluap
Kalimanjing	4	330,75	3,52	11,18	0,001798	2,43	139,27	16,93	15,44	15,56	Meluap	Meluap
Kalimanjing	3	330,75	4,47	8,65	0,008965	1,92	178,91	15,7	14,25	13,36	Meluap	Meluap
Kalimanjing	2	330,75	2,6	4,34	0,020805	5,58	55,99	7,84	11,45	11,45	Aman	Aman
Kalimanjing	1	330,75	3,88	0	0,004503	3,3	94,79	4,85	6,47	6,47	Aman	Aman

Dari hasil analisa diatas dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan komputasi unsteady flow penampang pada titik 3-5 tidak mampu menampung debit banjir. Muka air banjir setinggi 0,3-2,5m saat dialiri debit banjir Q25 sebesar 330,75m³/detik.

4.5 RENCANA ANALISA PENGENDALIAN BANJIR

1. Normalisasi Penampang Sungai
Alternatif normalisasi penampang dilakukan pada 5 titik banjir sesuai pada keadaan eksisting. Berdasarkan hasil simulasi alternatif penampang sungai menggunakan kala ulang Q2-10 tahun sungai Kalimantanj cenderung aman dari limpasan banjir. Pada kala ulang Q25tahun sungai Kalimantanj kembali mengalami limpasan pada 2 titik berkisar ±2m sehingga harus dilakukan pengerukan berkala pada palung sungai.
2. Tanggul Penahan Banjir
Alternatif tanggul penahan banjir juga dilakukan pada 5 titik banjir. Tanggul direncanakan setinggi 1-3m dari elevasi sempadan sungai. berdasarkan hasil simulasi alternatif tanggul

penahan banjir mampu menampung debit Q2-50 tahun.

3. Kolam Retensi

Kolam retensi berfungsi sebagai bangunan penampung sementara saat sungai Kalimantan mengalami limpasan debit banjir. Sehingga dapat menahan energi saat sungai dialiri debit puncak pada kala ulang tertentu.

5. PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan terhadap kondisi SUB DAS Glidik khususnya Sungai Kalimantan, maka dapat disimpulkan :

1. Berdasarkan perhitungan menggunakan data curah hujan harian pada stasiun curah hujan Dampit, Rawaan-Tempursari, dan Curah Koboan diketahui debit banjir rencana dari SUB DAS Glidik yang melimpas terjadi pada periode ulang 25 tahun sebesar 330,75 m³ /detik. Selanjutnya, dilakukan kajian alternatif pengendalian banjir di mulai dari periode ulang 25 tahun, dengan tujuan agar sungai dapat menampung debit banjir rencana yang dialirkan.
2. Berdasarkan analisis dari alternatif yang dipertimbangkan antara alternatif normalisasi penampang sungai dan alternatif tanggul penahan banjir, alternatif tanggul penahan banjir dianggap sebagai pilihan yang efektif dalam mereduksi debit banjir. Hal ini didukung oleh hasil simulasi ketinggian air banjir untuk periode Q25-50 tahun, dimana tidak terjadi limpasan air banjir pada setiap titik yang dianalisis. Selain itu, alternatif tanggul penahan banjir menunjukkan keunggulan dengan kebutuhan pembebasan lahan yang lebih sedikit dibandingkan dengan alternatif normalisasi penampang sungai. Dengan tinggi tanggul yang optimal, yaitu berkisar antara 1-3 meter, alternatif tanggul penahan banjir dianggap memiliki risiko yang relatif rendah terhadap potensi longsor. Selanjutnya, dengan adanya alternatif tanggul penahan banjir limpasan debit banjir dapat direduksi sampai 70%. Sehingga, dapat disimpulkan jika desain tanggul penahan banjir sudah cukup berpengaruh dalam mereduksi debit banjir yang ada saat ini.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil studi yang didapat, untuk mengatasi masalah banjir pada Sub DAS Glidik khususnya Sungai Kalimantan secara tuntas perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan survey lapangan yang lebih teliti khususnya pada wilayah hulu untuk memperhitungkan efek samping dari

normalisasi dan pengerukan dasar sungai pada Sungai Kalimantan sebagai upaya pengendalian banjir.

2. Perlu mendapatkan data-data yang lebih akurat khususnya keseluruhan data penampang sungai pada wilayah hulu-hilir supaya hasil perhitungan dan penelitian yang didapatkan bisa lebih akurat.
3. Perlu adanya kajian khusus terkait struktur tanggul penahan banjir yang aman dari longsor, serta perencanaan kolam retensi sebagai alternatif pengendalian banjir pada Sungai Kalimantan.
4. Perlu dilakukan studi berkelanjutan terkait kondisi eksisting dan perkembangan Sungai Kalimantan di masa depan. Untuk menuju mitigasi bencana banjir secara terintegrasi, maka perlu dilakukan kajian khusus yang melibatkan berbagai pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyansyah, A. M. (2017). Analisa Hidrolika Aliran Sungai Bolifar Dengan Menggunakan HEC-RAS.
- Ampelgading-opd. (2022, November). Selalu Tanggap Bencana Alam, Bupati Malang Tinjau Langsung Banjir Dan Tanah Longsor Di Desa Lebakharjo. 2022-11-05. <https://ampelgading.malangkab.go.id/pd/p/age/detail?title=ampelgading-opd-selalu-tanggap-bencana-alam-bupati-malang-tinjau-langsung-banjir-dan-tanah-longsor-di-desa-lebakharjo>
- Anonim. (1991). Presiden Republik Indonesia Peraturan Presiden Republik Indonesia, Demographic Research 4 (1991).
- Fitriani, E., & Nurdianto. (2019). Jurnal Konstruksi. CIREBON Jurnal Konstruksi, 5(1), 2085–8744. <http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/3773>
- Hidayat, R., & Iswardoyo, J. (2019). Banjir Bandang Di Alasmalang Banyuwangi Dan Alternatif Penanganannya. Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Journal of Watershed Management Research) Vol. 3 No.2, Oktober 2019 : 127-140 massa, 3(1), 79–88.
- Ir. CD. Soemarto, B. I. . D. H. (1999a). Hidrologi Teknik. Usaha Nasional.
- Ir. CD. Soemarto, B. I. . D. H. (1999b). Hidrologi Teknik (U. O. Printing (ed.)). Usaha Nasional.
- Kiriwenno, J. C., Yulianti, E., & Surbakti, S. (2022). Analisa Pengendalian Banjir Pada Sungai Batu Merah, Desa Batu Merah, Kecamatan Sirimau, Kota Ambon. <http://eprints.itn.ac.id/7820/%0Ahttp://epri>

- nts.itn.ac.id/7820/14/JURNAL JEYNEZA CHRISMANIA 1721076.pdf
- Kodoatie, R. J. (2010). *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: ANDI, 547.
- Konstruksi, P. P. dan P. S. D. A. dan. (2017). Modul Metode Pengendalian Banjir. *Pelatihan Pengendalian Banjir*, 4, 1–54.
- Latif, A., Musa, R., & Mallombassi, A. (2022). Kajian Pengendalian Banjir Sungai Kera Kabupaten Wajo. *Jurnal Konstruksi : teKNik, infraSTRUKtur, dan SaIns*, 1(4), 37–48. <http://pasca-umi.ac.id/index.php/kons/article/view/1064>
- Leopold, L. B., & Wolman, M. G. (1957). River Channel Patterns : Braided, Meandering and Straight. *Rivers and River Terraces*, 197–237. https://doi.org/10.1007/978-1-349-15382-4_8
- Meilianda, E., Alfian, D., Nisa, N., Nurnalisa, F. Z., Khaira, T., Yanti, V., & Syahreza, S. (2021). Tinjauan Teknis Permasalahan dan Penanggulangan Banjir di Sungai Krueng Teunom Hilir Provinsi Aceh, Menuju Mitigasi Bencana Banjir Terintegrasi. *Jurnal Teknik Sipil*, 28(1), 51–62. <https://doi.org/10.5614/jts.2021.28.1.6>
- Putra, C. P. . Mundra. I. W. & Yulianti. E. (2022). Perencanaan Kolam Retensi Dalam Penanganan Banjir Di Kabupaten Pasuruan Jawa Timur. *Student Journal GELAGAR* Vol. 4 No.2 2022, 4(2), 4–10.
- Sebastian, L. (2008). Pendekatan Banjir dan Penanggulangan Banjir. *Dinamika Teknik Sipil*, 8, 162--169.
- Soewarno. (1995a). Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data jilid 1. In 1995. NOVA.
- Soewarno. (1995b). Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data jilid 2. NOVA.
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (2003). Hidrologi Untuk Pengairan. PT PRADNYA PARAMITA.
- Sosrodarsono, S., Takeda, & Kensaku. (1977). Bendungan Type Urugan. *Pradnya Paramita*, 327.
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. ANDI Offset.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset.
- Yanti, R. M. K., & Saputra, A. A. I. (2021). Pengendalian Banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Ampal Kota Balikpapan: Analisa Kapasitas Sungai. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 19(1), 7. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v19i1.5513>
- Yulianto, R. D., & Setiawan, A. R. I. (2022). Analisis Kapasitas Penampang Sungai Pappa Menggunakan HEC-RAS 6.0. *Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar*.