

ANALISIS ELEVASI MUKA AIR BANJIR PADA SUNGAI BATANG TAMPUNIK KABUPATEN PADANG PARIAMAN

FEBRUARMAN^{1*}, VARHAN ADELY PUTRA², AULIA RAHMADHANI³

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat (februarman@eng.unand.ac.id)

²Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat (varhanadely2111@gmail.com)

³Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat (auliarahmadhani272@gmail.com)

*Corresponding Author : februarman@eng.unand.ac.id

Naskah diterima: 5 Mei 2026. Disetujui : 29 Mei 2026. Diterbitkan : 30 Juni 2026

ABSTRAK

Tingginya laju erosi pada daerah aliran sungai (DAS) menyebabkan sedimentasi pada alur sungai yang dapat mempengaruhi arah aliran, sehingga alur sungai dapat berpindah. Salah satu sungai yang mengalami sedimentasi adalah sungai Batang Tampung di kabupaten Padang Pariaman. Dari beberapa kejadian curah hujan tinggi, sungai ini mengalami banjir yang menyebabkan genangan pada lahan pertanian dan sebagian permukiman. Tujuan penelitian adalah untuk memperkirakan elevasi permukaan air pada sungai Batang Tampung dengan menggunakan aplikasi HEC-RAS untuk debit banjir rencana kala ulang (*return period*) 50 tahun. Dari hasil analisis data curah hujan untuk tiga stasiun penakar hujan, yaitu Kasang, Paraman Talang, dan Lubuk Napar dengan menggunakan metoda HSS-SCS untuk luas DAS 96,78 km² diperoleh debit banjir rencana kala ulang 50 tahun sebesar 220 m³/s. Selanjutnya hasil simulasi HEC-RAS dengan kondisi aliran tetap (*steady flow*) pada 67 penampang melintang (*cross section*) sepanjang 3,526 km, menunjukkan limpasan terjadi hampir disepanjang ruas sungai yang ditinjau dengan ketinggian antara 1,0 m sampai dengan 2,9 m diatas tanggul eksisting. Disamping itu hasil simulasi menunjukkan tingkat kesesuaian yang dapat diterima, dimana riwayat banjir lapangan setinggi $\pm 2,0$ meter di STA P-139 dan $\pm 2,50$ meter di STA P-138 berhasil terprediksi oleh model dengan elevasi tinggi luapan yang terjadi masing-masing 1,55 meter dan 2,07 meter. Jadi dari hasil simulasi ternyata kapasitas sungai eksisting jauh lebih kecil dari debit banjir kala ulang 50 tahun. Oleh karena itu perlu diupayakan untuk melakukan pekerjaan normalisasi pada ruas sungai ini.

Kata kunci : Sungai, Batang Tampung, Banjir, Hidrologi, HEC-RAS

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Padang Pariaman dengan luas wilayah sekitar 1.328,79 km² dan populasi penduduk sebanyak 430.626 jiwa (Sensus Penduduk 2020) adalah salah satu kabupaten yang terletak di provinsi Sumatera Barat, Indonesia. Letak geografisnya antara 0°11' – 0°49' LS dan 98°36' – 100°28' BT. Topografi wilayahnya bervariasi, terdiri dari 40% dataran

rendah yang berada di bagian Barat dekat pantai dan 60% daerah bergelombang hingga perbukitan di bagian Timur yang merupakan perpanjangan dari Pegunungan Bukit Barisan.

Batang Tampunik yang berhulu di Kecamatan Patamuan kabupaten Padang Pariaman sering mengalami banjir saat curah hujan tinggi. Hal ini diduga terjadi karena kapasitas penampang sungai tidak bisa menerima beban debit aliran. Kejadian banjir yang merupakan fenomena alamiah berpotensi menimbulkan kerugian terhadap harta benda ataupun jiwa. Kejadian banjir umumnya disebabkan oleh tingginya curah hujan, atau karena kecilnya kapasitas penampang serta kondisi topografi dan drainase (Februarman dkk., 2024).

Pada tahun 2009 terdapat bencana gempa bumi yang mengakibatkan menumpuknya sedimen hasil longsoran tebing dibagian hulu, dan saat terjadinya banjir akan mengalir ke hilir sehingga terjadi sedimentasi sepanjang sungai ruas tengah. Sungai yang merupakan saluran terbuka alamiah di permukaan bumi, tidak hanya sekedar menampung air tetapi juga akan mengalirkannya dari hulu ke hilir (Junaidi, 2014). Oleh karena itu diperlukan ukuran alur yang cukup agar debit air dapat dialirkan tanpa terjadinya luapan sesuai dengan PP Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan DAS.

Untuk mengetahui lokasi dan tinggi luapan aliran pada Sungai Batang Tampunik, perlu dilakukan analisis hidrolika, salah satunya menggunakan aplikasi HEC-RAS. Aplikasi ini dapat memodelkan aliran air pada sungai, melakukan simulasi hidrolika serta menganalisis profil muka air dan memperkirakan potensi terjadinya genangan banjir.



Gambar 1. Sungai Batang Tampunik, Padang Pariaman (28 Februari 2026)

2. METODA PENELITIAN

Metoda penelitian terdiri dari beberapa langkah dan tahapan. Tahap pertama pengumpulan data sekunder dari Dinas Sumber Daya Air dan Bina Konstruksi (SDABK) Provinsi Sumatera Barat yang meliputi data curah hujan, data *cross section* (STA P-71 sampai dengan STA P-139) dengan panjang ruas sungai 3,526 km, dan data tutupan lahan tahun 2024 dari data DEM. Tahap kedua melakukan analisis hidrologi yang meliputi analisis frekuensi curah hujan, pemilihan jenis distribusi yang sesuai, uji kecocokan distribusi,

penentuan curah hujan rencana, dan perhitungan hujan efektif. Tahap ketiga melakukan analisis tutupan lahan yang meliputi karakteristik DAS menggunakan ARC-GIS, klasifikasi tutupan lahan, menentukan nilai *Curve Number* (CN). Selanjutnya menentukan debit banjir rencana menggunakan metoda Hidrograf Satuan Sintetis Soil Conservation Service (HSS SCS). Tahap keempat analisis hidrolika menggunakan aplikasi HEC-RAS meliputi input nilai debit banjir rencana, input koordinat *cross section* eksisting ke aplikasi HEC-RAS, dan menganalisis setiap *cross section* untuk mendapatkan *section* yang mengalami banjir atau melebihi kapasitas penampang pada sungai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sungai Batang Tampunik merupakan salah satu sungai yang tergolong cukup besar dengan lebar penampang eksisting berkisar 40 m. Aliran sungai pada ruas ini cukup dekat permukiman dan area pertanian. Disepanjang alur sungai banyak terjadi gerusan dan sedimentasi sehingga dapat menurunkan kapasitas sungai itu sendiri.

3.1. Analisis Data Curah Hujan

Data curah hujan harian maksimum untuk tiga Sta. Curah Hujan dan nilai rata-ratanya yang diperoleh dari Dinas SDABK Provinsi Sumatera Barat, dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Curah Hujan Harian Maksimum Rata-rata						
No	Tahun Pengamatan	Tinggi Curah Hujan (mm)				Nilai Log Rmaks
		Kandang IV	Paraman Talang	Lubuk Napar	Rata - rata	
1	2009	163,70	108,00	200,00	157,23	2,20
2	2010	132,40	101,00	183,00	138,80	2,14
3	2011	164,00	102,00	169,00	145,00	2,16
4	2012	210,00	96,00	160,00	155,33	2,19
5	2013	150,00	96,00	149,00	131,67	2,12
6	2014	184,00	96,00	117,00	132,33	2,12
7	2015	125,50	102,00	127,00	118,17	2,07
8	2016	191,00	108,00	131,00	143,33	2,16
9	2017	128,00	175,00	146,00	149,67	2,18
10	2018	165,00	111,00	157,00	144,33	2,16
11	2019	131,00	113,00	152,00	132,00	2,12
12	2020	156,00	105,00	140,00	133,67	2,13
13	2022	151,00	136,00	238,00	175,00	2,24
14	2023	163,00	121,00	206,00	163,33	2,21
15	2024	150,00	205,00	119,00	158,00	2,20
				Jumlah	2177,86	32,40
				Xr	145,16	2,16

Selanjutnya parameter statistik curah hujan dapat dihitung seperti berikut:

Rata-rata Curah Hujan, Xr

$$X_r = \frac{\sum_{i=1}^{15} X}{15} = \frac{2177,87}{15} = 145,19 \text{ mm} \quad (1)$$

Standar Deviasi, Sd

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{3080,13}{14}} = 14,83 \text{ mm} \quad (2)$$

Koefisien Skewness, Cs

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - Xr)^3}{(n-1)(n-2)(Sd)^3} = \frac{9009,39}{(15-1)(15-2)(14,83)^3} = 0,18 \quad (3)$$

Koefisien Kurtosis

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Xi - Xr)^4}{(Sd)^4} = \frac{\frac{1}{15} \times 1600573,60}{(14,83)^4} = 2,20 \quad (4)$$

Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{Sd}{Xr} = \frac{14,83}{145,19} = 0,10 \quad (5)$$

Berdasarkan parameter statistik yang telah didapatkan diatas, dan didasarkan atas syarat-syarat untuk jenis sebarannya, maka jenis sebaran adalah metoda Log Pearson III yaitu nilai Cs $\neq$ 0. Parameter statistik dalam nilai Log menjadi; Rata-rata (Log Xr) = 2,16, Sd Log Xi = 0,04, Cv = 0,10 dan Cs = -0,02

Untuk uji kecocokan distribusi terhadap metoda yang terpilih, digunakan uji chi-kuadrat dan uji Smirnov-kolmogorov. Uji Chi-Square akan mengukur besarnya perbedaan antara frekuensi yang diamati dan frekuensi yang diharapkan (Limantara, 2018). Pada uji chi-kuadrat nilai kelas, $K = 1 + 3,322 \times \log n$ dan $DK = K - (P \div 1)$. Untuk $n = 15$ tahun, dan $P = 2$, diperoleh $K = 5$ dan $DK = 2$. Dari perhitungan diperoleh nilai Chi-hitung sebesar $6,00 > 5,991$ yang merupakan Chi-kritis, berarti tidak memenuhi.

Pada uji kecocokan Smirnov-Kolgomorov ditentukan dulu nilai Pe, F(t), P' dan ΔP.

$$Pe = \frac{1}{n+1} = \frac{1}{15+1} = 0,062 \quad (6)$$

$$F(t) = \frac{Xi - Xr}{Sd} = \frac{2,24 - 2,16}{0,04} = 1,88 \quad (7)$$

$$P' = 1 - \text{nilai peluang teoritis} = 1 - 0,978 = 0,022$$

$$\Delta P = Pe - P = 0,040$$

Dari perhitungan untuk 15 data, didapatkan ΔP maks = 0,103 < 0,338 (ΔP kritis), ini berarti distribusi frekuensi yang terpilih memenuhi.

Berdasarkan Nilai K untuk Distribusi Metoda Log Pearson III (Suripin, 2004), maka untuk cs = -0,02 di dapatkan Kt = 2,04 pada perioda ulang 50 tahun. Dengan nilai Sd Log Xi = 0,04, maka:

$$\text{Log Xt} = \text{Log Xr} + (Kt \times Sd \text{ Log Xi}) = 2,16 + (2,04 \times 0,04) = 2,25 \quad (8)$$

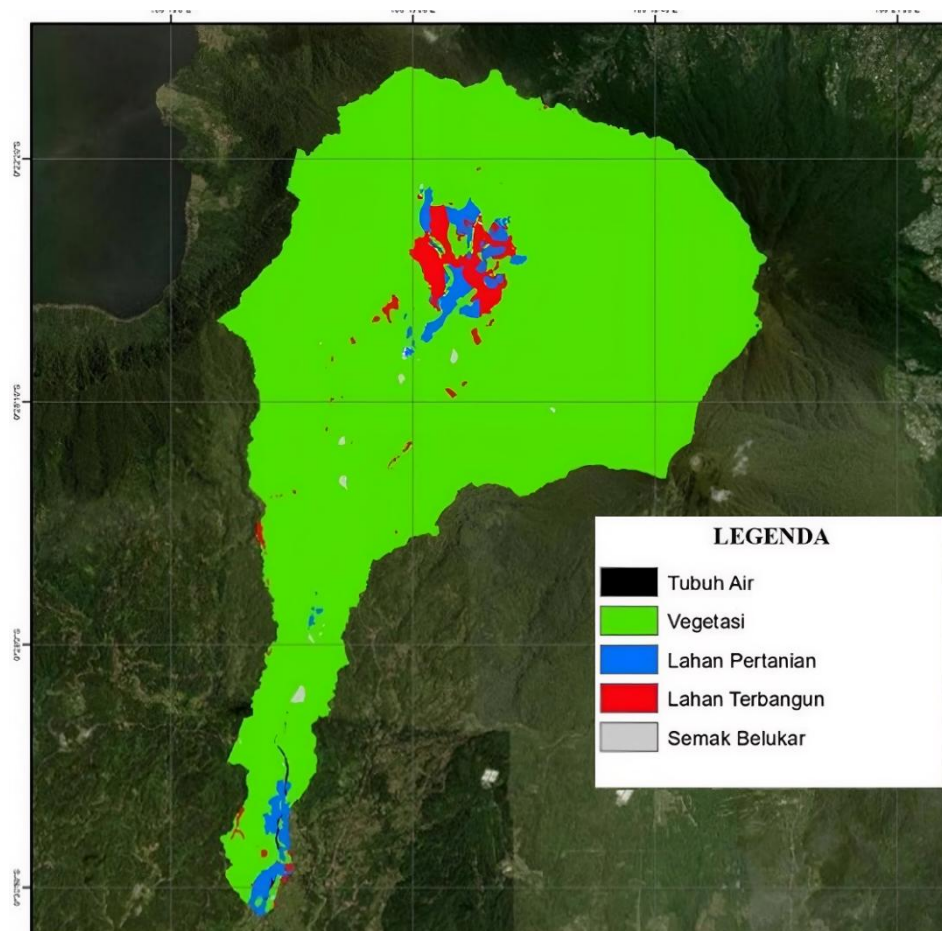
$$Xt = 177,83 \text{ mm}$$

3.2. Analisis Tutupan Lahan

Tutupan lahan merupakan hasil dari penataan penggunaan lahan secara alami atau yang direncanakan (Baja & Phil, 2012). Analisis tutupan lahan dilakukan melalui proses klasifikasi berbagai jenis penggunaan lahan, ke dalam bentuk peta sebaran spasial. Hasil dari analisis ini berupa informasi luasan setiap kategori tutupan dari lahan yang telah ditetapkan. Data tutupan dari lahan diperoleh dari platform Esri Land Cover untuk tahun

2024 dalam format TIF. Selanjutnya, data tersebut diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Proses klasifikasi ini mengacu pada nilai *Curve Number* (CN) sebagai dasar penentuan kategorinya. Disamping itu perubahan tutupan lahan akan mempengaruhi besarnya debit aliran (Fadholi, 2025).

Berdasarkan peta pada **Gambar 2**, persentase luas lahan vegetasi yang berupa hutan kering primer sebesar 94,33 %, lahan pertanian 2,71%, lahan terbangun 2,59 %, semak belukar 0,28 % dan tubuh air 0,09 %. Klasifikasi untuk jenis tanah pada DAS Batang Tampunik diperoleh dari peta jenis tanah Indonesia (**Gambar 3**) yang dikeluarkan oleh arcgis.com. Ada 3 (tiga) jenis tanah pada DAS Batang Tampunik yaitu jenis tanah Latosol 35,80%, Inceptisols sebesar 35,77%, dan Glei Humus 35,83%.



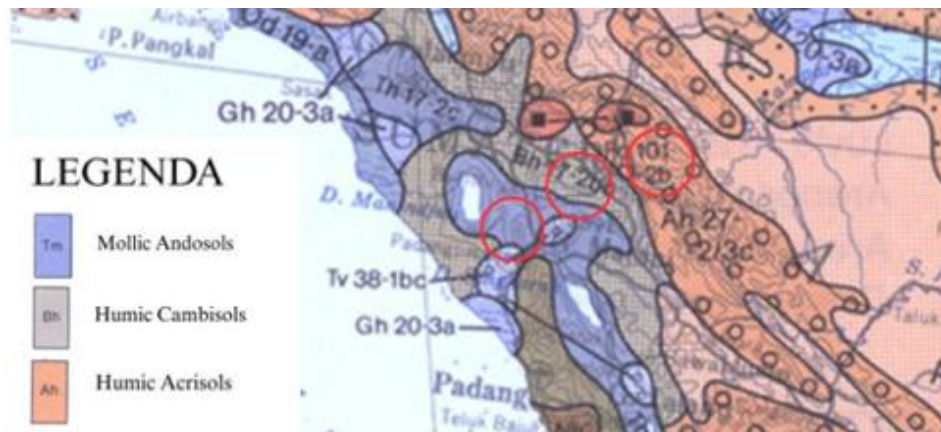
Gambar 2 Peta Jenis Tutupan Lahan Pada DAS Batang Tampunik

Pada perhitungan limpasan untuk mendapatkan faktor kehilangan (*losses*), nilai *Curve Number* (CN) dari lahan dan jenis kelompok tanah harus dikonversikan menjadi nilai CN komposit, untuk keperluan perhitungan ketabalan hujan efektif (*Pe*). CN komposit dihitung dengan persamaan (9) dan ditampilkan pada **Tabel 2**.

$$CN \text{ Komposit} = \frac{\sum \frac{\text{Luas Jenis Lahan}}{\text{Total Luas Jenis Lahan}} \times CN}{100} \quad (9)$$

Tabel 2 CN Komposit untuk Tahun 2024

No	Kelompok Lahan	Luas (Km ²)	%	CN	% x CN
1	Vegetasi	91,28	94,32	77	7263,01
2	Lahan Pertanian	2,62	2,71	81	219,28
3	Lahan Terbangun	2,51	2,59	85	220,49
4	Semak Belukar	0,27	0,28	78	21,81
5	Tubuh Air	0,09	0,09	99	9,34
Jumlah		96,78	100,00		7733,94
$(\sum \% \times \text{CN})/100$					77,34



Gambar 3. Peta Jenis Tanah Pada DAS Batang Tampunik

3.3. Debit Banjir Metoda HSS SCS

Pada penelitian ini, besarnya debit banjir rencana dihitung menggunakan metoda HSS-SCS, karena ketiadaan data hidrograf satuan hasil observasi lapangan. Metode HSS membutuhkan data karakteristik DAS yang telah diolah dengan bantuan software *ArcGis*, meliputi luas (A) = 96,78 km², panjang sungai (L) = 21,49 km, jarak ke titik berat sungai (L_c) = 15,67 km dan kemiringan dari DAS = 0,0649

Perhitungan Debit Puncak

Terlebih dahulu ditentukan nilai *time lag* (tl) hidrograf satuan SCS = $Ct \times (L \times L_c)^{0,3} = 1,7 \times (21,488 \times 15,666)^{0,3} = 9,74$ jam. (besar nilai Ct antara 1,4 dan 1,7)

Perhitungan *time peak* (T_p) = $0,5tr + tl = 0,5(1) + 9,741 = 10,24$ jam.

Perhitungan debit puncak (Q_p) = $(0,21 \times A)/T_p = (0,21 \times 96,78)/10,24 = 1,97$ m³/s

Sedangkan perhitungan waktu (t) = $\frac{t}{T_p} \times T_p$. Untuk waktu (t)_{jam ke-1} = $0,1 \times 10,24 = 1,02$ jam dan waktu (t)_{jam ke-2} = $0,2 \times 10,24 = 2,05$ jam.

Perhitungan debit satuan sintesis (Q_t) = $\frac{Q}{Q_p} \times Q_p$. Untuk $Q_{t \text{ jam ke-1}}$ = $0,03 \times 1,97 = 0,06$ m³/s dan $Q_{t \text{ jam ke-2}}$ = $0,1 \times 1,97 = 0,20$ m³/s. Jika dihitung untuk setiap waktu, maka dapat digambarkan grafik hidrograf satuan sintesis seperti pada **Gambar 4**

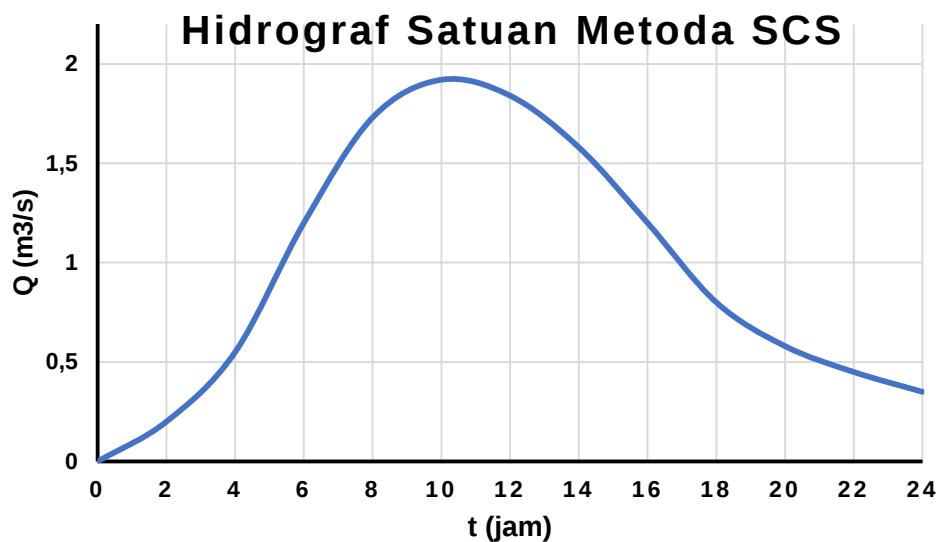
Perhitungan Curah Hujan Efektif Metoda SCS

Curah hujan efektif merupakan bagian dari curah hujan yang berkontribusi secara langsung terhadap aliran permukaan di sungai, yang diperoleh dari selisih antara total curah hujan yang jatuh pada permukaan tanah dengan berbagai komponen kehilangan air lainnya

(Triatmodjo, 2019). Selanjutnya perhitungan retensi potensial (S) dibutuhkan untuk menentukan curah hujan efektif (Pe) metoda SCS. Nilai S dan Pe untuk data tahun 2024 seperti perhitungan dibawah:

$$\text{Retensi Potensial (S)} = \frac{25400}{CN} - 254 = \frac{25400}{77,34} = 74,42$$

$$\text{Curah hujan efektif (Pe)} = \frac{(Xt - 0,2S)^2}{Xt + 0,8S} = \frac{(177,83 - 0,2 \times 74,42)^2}{177,83 + 0,8 \times 74,42} = 112,02 \text{ mm}$$



Gambar 4 Grafik Hidrograf Satuan Metoda SCS

Berdasarkan perhitungan dan **Gambar 4** diatas, hujan jam-jaman Hidrograf Satuan SCS seperti pada **Tabel 3**.

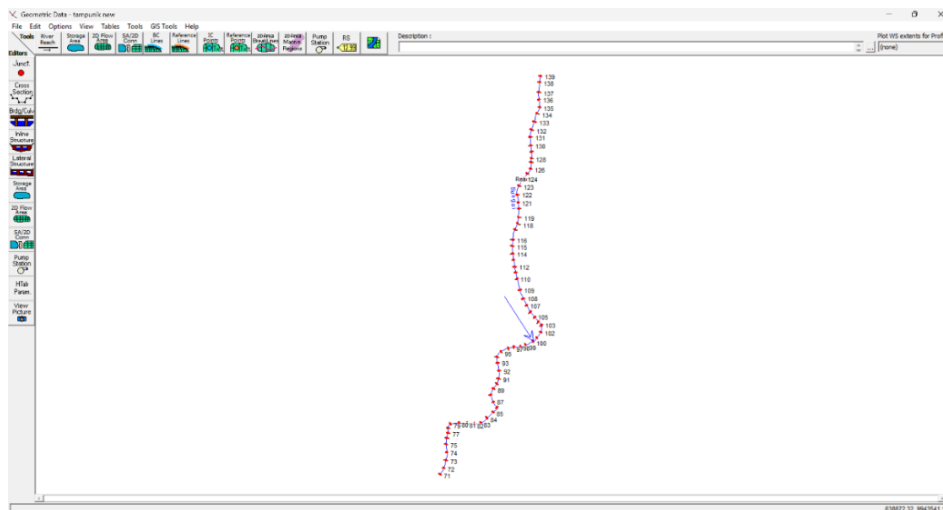
Tabel 3 Distribusi Hujan Jam – Jaman Periode 50 Tahun

t	Qt	Pe 50 Tahun
		112,02
1,02	0,06	6,61
2,05	0,20	22,02
3,07	0,37	41,84
4,10	0,61	68,26
5,12	0,92	103,49
6,14	1,30	145,32
7,17	1,61	180,55
8,19	1,83	204,77
9,22	1,95	217,98
10,24	1,97	220,19
11,26	1,95	217,98
12,29	1,83	204,77
13,31	1,69	189,36
14,34	1,53	171,75
15,36	1,34	149,73
16,39	1,10	123,30
17,41	0,90	101,29
18,43	0,77	85,87
19,46	0,65	72,66
20,48	0,55	61,65
21,51	0,48	53,62

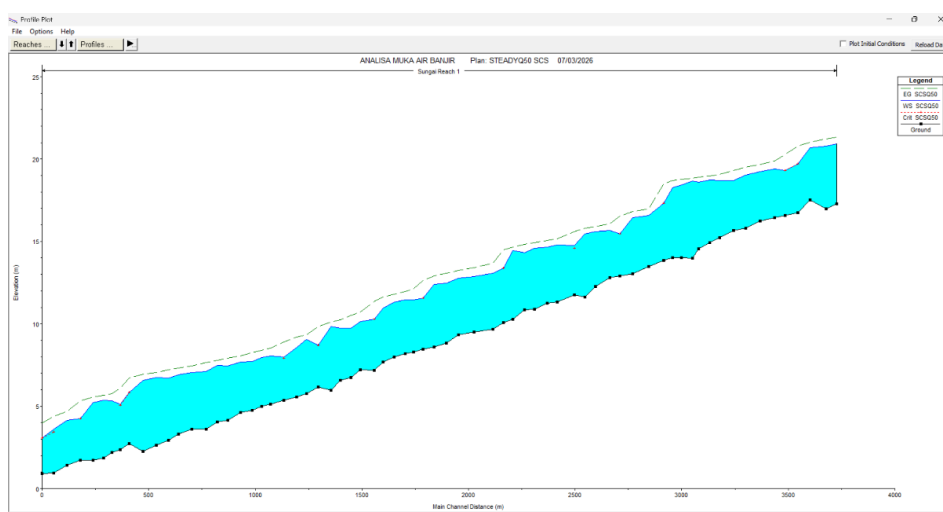
22,53	0,41	45,58
23,55	0,35	38,97
24,58	0,29	32,37
25,60	0,25	27,96
Q Puncak		220,19

3.4. Hasil Analisis Software HEC-RAS

Simulasi dengan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS dapat menentukan profil muka air pada sungai. Karena adanya keterbatasan dalam pemrograman, maka ada batasan dalam perhitungan yaitu aliran bersifat tunak (*steady flow*), aliran berubah secara berangsur (*gradually varied flow*), dan aliran dianggap satu dimensi (Gary W. Brunner, 2020). Tinggi elevasi muka air banjir hasil simulasi diperoleh dengan menginput data *cross section* dari sungai dan data debit. Arah aliran pada sungai (hulu ke hilir) ditunjukkan pada **Gambar 5**, dan profil memanjang aliran pada **Gambar 6**.

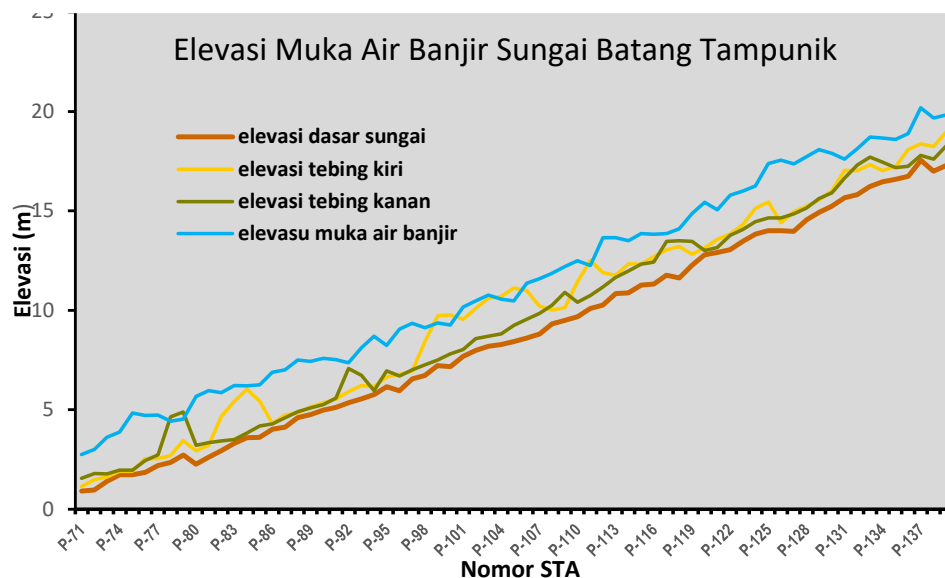


Gambar 5 Geometry sungai pada Aplikasi HEC-RAS

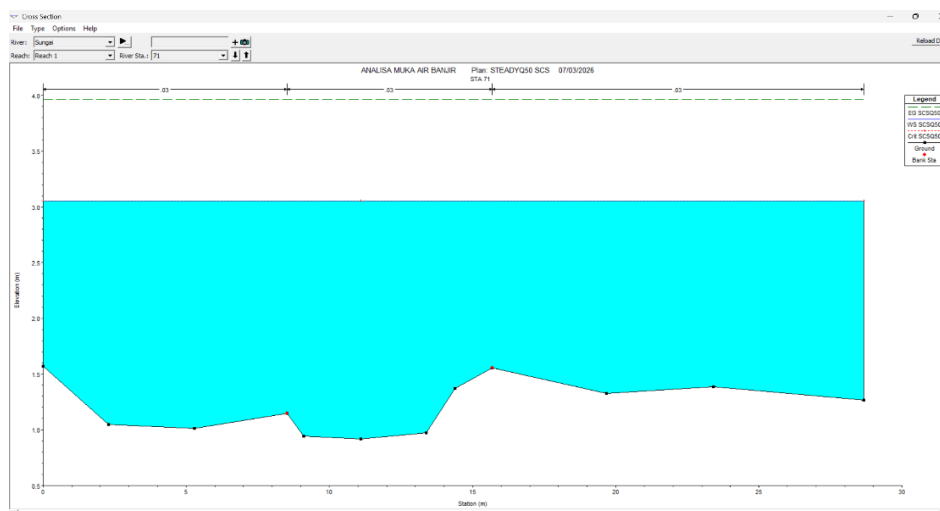


Gambar 6 Profil Potongan memanjang Hasil Simulasi

Dari hasil simulasi hampir pada semua STA terjadi banjir. Tinggi luapan air diatas tanggul sungai eksisting berkisar antara 1 meter sampai dengan 2,9 meter. Elevasi dasar, tebing sungai, dan elevasi muka air banjir sepanjang ruas sungai yang ditinjau ditunjukkan pada **Gambar 7**, dan hasil simulasi di penampang STA P-71 pada **Gambar 8**. Ini menunjukkan bahwa kapasitas eksisting sungai Batang Tampunik lebih kecil dari debit kala ulang 50 tahun. Hal yang sama juga terjadi pada sungai Way Bulok kabupaten Pringsewu, untuk banjir debit kala ulang 25 tahun telah terjadi luapan (Zamzami dkk., 2025).



Gambar 7 Grafik Elevasi Muka Air Banjir Q50 Tahun



Gambar 8 Simulasi HEC-RAS pada STA P-71

Selanjutnya kesesuaian hasil simulasi dengan kejadian dilapangan diperoleh dengan membandingkan elevasi banjir dari informasi masyarakat dengan simulasi HEC-RAS. Pada kejadian banjir di Kapalo Koto pada bulan November 2025 ketinggian banjir $\pm 2,00$ m di STA P-139. Kejadian banjir pada tahun 2009 hampir mencapai 2,50 m pada daerah pertanian warga tepatnya pada STA P-138. Dari hasil simulasi pada STA P-139 = 1,55 m (**Gambar 9**) dan pada STA P-138 = 2,05 m. Hasil ini menunjukkan bahwa banjir yang pernah terjadi

di lokasi ini lebih besar dari debit kala ulang 50 tahun. Pada Sungai Batang Kandis, perbandingan hasil simulasi dengan kejadian dilapangan juga pernah dilakukan dan menunjukkan bahwa elevasi muka banjir akibat debit kala ulang 50 tahun hampir sama dengan elevasi muka air yang pernah terjadi pada lokasi yang ditinjau (Nia, 2025).



Gambar 9 Lokasi Muka Air Banjir STA P-139

Dengan mengetahui elevasi muka air akibat debit banjir rencana tertentu, langkah perencanaan normalisasi sungai dapat dilakukan yang meliputi lebar dan kedalaman alur. Disamping itu juga dapat merencanakan tinggi tanggul yang efisien dan efektif (Wanto dkk., 2025).

Untuk mengatasi terjadinya luapan disepanjang ruas sungai yang ditinjau, diperlukan normalisasi meliputi pengerukan pada bagian yang terjadi sedimentasi, perbaikan tebing dan tanggul sungai. Agar alur sungai yang direncanakan lebih efisien, maka setiap pemilihan dimensi penampang sungai harus disimulasikan untuk banjir rencana yang ditetapkan.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan simulasi menggunakan Aplikasi HEC-RAS 6.5, hampir pada semua STA P disepanjang ruas sungai yang diteliti terjadi banjir untuk debit kala ulang 50 tahun dengan tinggi luapan antara 1 m sampai dengan 2,9 meter.

Disamping itu hasil simulasi menunjukkan tingkat kesesuaian yang dapat diterima, dimana riwayat banjir lapangan setinggi $\pm 2,0$ meter di STA P-139 dan $\pm 2,50$ meter di STA P-138 berhasil terprediksi oleh model dengan elevasi tinggi luapan masing-masing 1,55 meter dan 2,07 meter.

Oleh karena itu, perlu dilakukan normalisasi penampang sungai agar kapasitasnya dapat menerima beban debit yang terjadi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dinas SDABK Provinsi Sumatera Barat yang telah banyak membantu untuk mendapatkan data Curah Hujan dan data geometri ruas tengah Sungai Batang Tampunik.

DAFTAR PUSTAKA

- Baja, I. S. (2012). Perencanaan tata guna lahan dalam pengembangan wilayah. Penerbit Andi.
- Fadholi, L. D. (2025). Analisis Muka Air Banjir Pada DAS Batang Kandis Akibat Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan HEC-RAS 6.5 (Skripsi Sarjana, Universitas Andalas).
- Februarman, F., Daoed, D., & Syahputra, A. (2024). Dampak Kolam Retensi Seri Terhadap Puncak Banjir Daerah Aliran Batang Kuranji. *Jurnal Bangunan, Konstruksi & Desain*, 2(2), 113–123. <https://doi.org/10.25077/jbkd.2.2.113-123.2024>
- Gary W. Brunner. (2020). HEC-RAS River Analysis System HEC-RAS Hydraulic Reference Manual.
- INDONESIA, P. R. (2012). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.
- Junaidi, F. F. (2014). Analisis distribusi kecepatan aliran sungai musi (ruas jembatan ampera sampai dengan pulau kemaro) (Disertasi Doktor, Sriwijaya University).
- Limantara, I. L. M. (2019). *Rekayasa Hidrologi: Edisi Revisi*. Penerbit Andi.
- Nia, S. (2025). Analisis Elevasi Muka Air Banjir Sungai Batang Kandis Menggunakan *Software HEC-RAS 6.5* (Skripsi Sarjana, Universitas Andalas).
- Suripin, S., & Eng, M. (2004). Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan. *Yogyakarta: Andi..*
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan, Beta Offset. Yogyakarta. Hal, 195-273
- Wanto, S., Riswanto, S., & Wantoro, M. (2025). Analisa Penentuan Elevasi Tanggul Sungai Dengan Menggunakan Aplikasi HEC-RAS. In *Prosiding: Seminar Nasional Teknik Sipil Universitas Yapis Papua* (Vol. 4, No. 1, pp. 328-335).
- Zamzami, B. A., Anwar, A., & Sujatmiko, C. (2025). Simulasi Banjir Menggunakan HEC-RAS Pada Daerah Aliran Sungai Way Bulok Kabupaten Pringsewu. *JTS Saburai: Jurnal Teknik Sipil Saburai*, 3(01), 33-51