

Pemodelan Luas Genangan Banjir Batang Lunto di Wilayah Kota Sawahlunto

Bambang Adi Indra¹, Darwizal Daud², Andriani³, Dio Syahlung Azra⁴

^{1,2,3}Program Studi Magister (S2) Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Andalas

⁴Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Banjir; Genangan; Daerah Rawan Banjir.

***Correspondence email:**

bambangadiindra@gmail.com

Submitted: 08-01-2025

Revised: 06-03-2025

Accepted: 06-03-2025

Published: 06-03-2025

ABSTRAK

Batang Lunto berhulu di Kecamatan Barangin Kota Sawahlunto Provinsi Sumatera Barat dan mengalir menuju timur membelah Kota Sawahlunto di Kecamatan Lembah Segar dan bermuara di Batang Ombilin. Sungai Batang Lunto termasuk dalam Kawasan Ombilin Coal Mining Heritage Of Sawahlunto Dan ditetapkan sebagai warisan budaya dunia oleh United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). Ketika musim hujan disepanjang aliran sungai batang lunto ini kerap terjadi banjir, sedangkan disepanjang aliran sungai batang lunto ini terdapat aset-aset Heritage dan Geopark yang merupakan destinasi pariwisata Kota Sawahlunto. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan luas genangan banjir Batang Lunto di wilayah Kota Sawahlunto sebagai langkah awal dalam mitigasi risiko bencana banjir dengan luas wilayah yang di tinjau 125,70 Ha. Pemodelan dilakukan dengan pendekatan hidrologi dan hidrodinamika menggunakan data curah hujan, topografi, dan karakteristik aliran sungai. Penelitian ini memanfaatkan perangkat lunak simulasi untuk memetakan area terdampak banjir dengan berbagai skenario debit aliran. Simulasi genangan banjir dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.3, HEC-Ras 6.3.1 pada kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 Tahun. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa Luas genangan banjir hasil simulasi HEC RAS pada kala ulang 2 tahunan dengan debit 102.61 m³/s adalah 18.12 Ha atau sekitar 14.42% dari total luas daerah tinjauan pada penelitian ini dan berturut-turut untuk kala ulang 5, 10, 25, 50, 100 tahunan adalah 20.43 Ha (16.25%), 38.38 Ha (30.53%), 45.84 Ha (36.48%), 55.56 Ha (44.20%), 63.70 Ha (50.68%).

Keywords:

Flood; Inundation; Flood-Prone Areas.

ABSTRACT

Batang Lunto originates in Barangin District, Sawahlunto City, West Sumatra Province and flows eastwards, dividing Sawahlunto City in Lembah Segar District and empties into Batang Ombilin. The Batang Lunto River is included in the Ombilin Coal Mining Heritage Area of Sawahlunto and has been designated as a world cultural heritage by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). During the rainy season along the Batang Lunto river, flooding often occurs, while along the Batang Lunto river there are heritage and geopark assets which are tourism destinations in Sawahlunto City. This research aims to model the area of the Batang Lunto flood inundation in the Sawahlunto City area as a first step in mitigating the risk of flood disasters with an area under review of 125.70 Ha. Modeling was carried out using a hydrological and hydrodynamic approach using rainfall data, topography and river flow characteristics. This research utilizes simulation software to map flood-affected areas with various flow discharge scenarios. Flood inundation simulations were carried out using ArcGIS 10.3, HEC-Ras 6.3.1 software at return periods of 2, 5, 10, 25, 50, 100 years. The results of this research show that the flood inundation area resulting from the HEC RAS simulation at the 2-year return period with a discharge of 102.61 m³/s is 18.12 Ha or around 14.42% of the total area of the survey area in this study and respectively for return periods 5, 10, 25, 50, 100 annual is 20.43 Ha (16.25%), 38.38 Ha (30.53%), 45.84 Ha (36.48%), 55.56 Ha (44.20%), 63.70 Ha (50.68%).

PENDAHULUAN

Kota Sawahlunto terletak 54 km dari Kota Padang ibu kota Provinsi Sumatera Barat, dan berbatasan dengan kabupaten Tanah Datar, kabupaten Solok, dan kabupaten Sijunjung. Kota Sawahlunto memiliki luas 273,45 km² dengan jumlah penduduk lebih dari 65.138 jiwa (BPS Kota Sawahlunto, 2021). Kondisi topografi Kota Sawahlunto sangat bervariasi, yaitu antara 250 meter sampai 785 meter di atas permukaan laut. Bagian utara kota ini memiliki topografi yang relatif datar meski berada pada sebuah lembah, terutama daerah yang dilalui oleh Batang Lunto, di mana di sekitar

sungai inilah dibentuknya pemukiman dan fasilitas-fasilitas umum yang didirikan sejak masa pemerintahan Hindia Belanda (Kodoatie and Sugiyanto, 2022). Sementara itu bagian timur dan selatan kota ini relatif curam (BPS Kota Sawahlunto, 2021).

Kejadian banjir terjadi pada hari Sabtu tanggal 9 bulan Desember tahun 2017 yang mengakibatkan terendamnya pemukiman warga (+/- 15 rumah), kerusakan pada dinding penahan tanah sungai batang lunto sepanjang +/- 40 m, tidak berfungsinya PAMSIMAS pada +/- 150 unit rumah, longsornya bahu jalan nasional serta rusaknya bendung dan saluran irigasi pada 9 Daerah Irigasi di sepanjang aliran sungai batang lunto yang menyebabkan terganggunya pasokan air ke daerah persawahan seluas + 150 Ha (Tiara, 2023).

Batang Lunto mempunyai peran yang sangat penting dalam sejarah Kota Sawahlunto, semenjak masa kolonial Belanda di Batang Lunto telah dibangun Bendung dan Cek Dam untuk kebutuhan pembangkit listrik tenaga uap. Pusat perekonomian dan kehidupan masyarakat terpusat di sepanjang batang lunto sehingga di sepanjang batang lunto ini banyak terdapat warisan budaya kolonial belanda yang harus dijaga keberadaannya, oleh karena sering meluapnya batang lunto yang bisa saja merusak aset-aset heritage tersebut maka sangat penting untuk dilakukan pengendalian banjir pada batang lunto. Berdasarkan hal tersebut diatas maka sangat penting dilakukan kajian pengendalian banjir di Batang Lunto Kota Sawahlunto.

Hasil pemodelan genangan banjir dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan tata ruang yang lebih aman di Kota Sawahlunto, sehingga mengurangi risiko kerugian akibat banjir (Horn, 1987). Penelitian ini juga memberikan wawasan penting tentang pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang lebih baik dan perlunya pembangunan infrastruktur yang tangguh terhadap perubahan iklim (Mera and Rantoso, 2019). Selain itu, model yang dihasilkan dapat mendukung kebijakan pemerintah dalam mitigasi bencana dan meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya kesiapsiagaan menghadapi banjir. Rekomendasi investasi pada teknologi pemantauan hidrologi secara real-time juga dapat meningkatkan sistem peringatan dini, yang berdampak langsung pada pengurangan risiko bencana (Wigati and Soedarsono, 2016), (Asep Sulaeman, Suhartanto and Sumiadi, 2017).

Tujuan utama dari penelitian ini adalah membuat peta genangan banjir di pertemuan Batang Lunto dan Batang Sumpahan dengan cara melakukan simulasi pemodelan menggunakan perangkat lunak HEC RAS pada kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 Tahun. Manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui luas wilayah genangan dan wilayah yang terdampak banjir di Batang Lunto.

METODE

Untuk melaksanakan penelitian ini ada beberapa prosedur pelaksanaan yang dilakukan yaitu: Pengumpulan Data, Pengolahan data, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan dan Saran. Data yang digunakan merupakan data-data yang berkaitan dengan banjir yang terjadi di Batang Lunto. Data-data tersebut berupa data primer yang digunakan untuk memverifikasi banjir dari data sekunder. Pengolahan data terhadap penelitian ini secara garis besar yaitu analisa hidrologi dan analisa hidrolika menggunakan HEC RAS. Analisa hidrologi bertujuan untuk mendapatkan besaran debit banjir rencana dengan periode ulang dan hidrograf satuan sintetis (Brotowiryatmo, 2000), (Alif, 2018). Nilai debit banjir rencana dan hidrograf satuan sintetis ini akan digunakan sebagai input pada HEC-RAS 6.3.1. Hasil dan pembahasan ditampilkan dalam bentuk table perhitungan dan gambar pemodelan dari simulasi pemodelan genangan banjir yang telah dilakukan. Merupakan kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang merujuk dari kesimpulan yang telah didapatkan.

HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, River Analysis System (RAS), yang dibuat oleh Hydrologic Engineering Center (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam Institute for Water Resources (IWR), di bawah US Army Corps of Engineers (USACE). HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one - dimensional flow model*) (Wigati and Soedarsono, 2016). Satu elemen penting dalam HEC-RAS adalah keempat komponen tersebut memakai data geometri yang sama, rutinitas hitungan hidraulika yang sama, serta beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profil muka air berhasil dilakukan. HEC-RAS juga memiliki sistem integrasi dan pemetaan data spasial yang luas (*HEC-RAS Mapper*).

Fasilitas grafik yang disediakan oleh HEC-RAS mencakup grafik X-Y alur sungai, tampang lintang, rating curves, hidrograf, dan pemetaan genangan. HEC-RAS menyediakan pula fitur plot 3D beberapa tampang lintang sekaligus. Pemetaan genangan dilakukan di bagian perangkat lunak (*HEC-RAS Mapper*) (Fauzia, Asih and Hermawan, 2023). Fasilitas pelaporan pada HEC-RAS dapat berupa pencetakan data masukan dan keluaran hasil pada printer atau plotter. Data dapat ditransfer dari HEC-RAS ke program aplikasi lain melalui HEC-DSS file (Hanwar and Munandar, 2017).

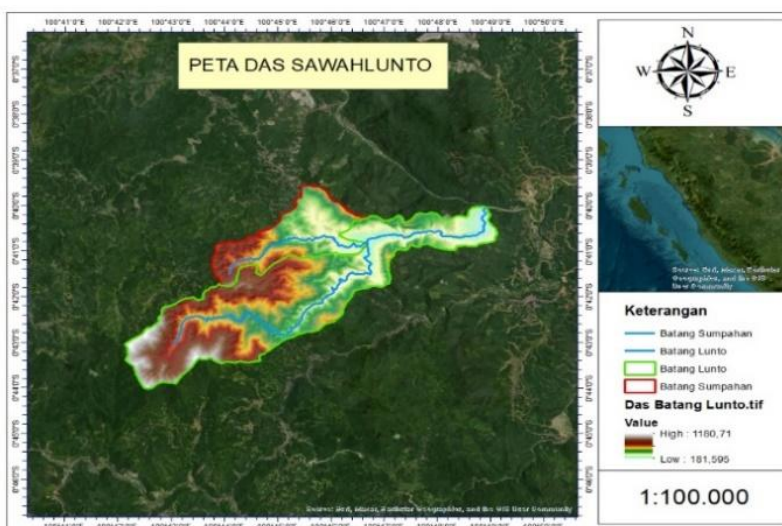
HASIL

Penelitian mengenai simulasi banjir Batang Lunto ini berlokasi di Kota Sawahlunto Kecamatan Lembah Segar. Posisi geografis dari penelitian ini berada di 100°46'40.29" Bujur Timur dan 0°40'47.26" Lintang Selatan (Triatmodjo, 2008).



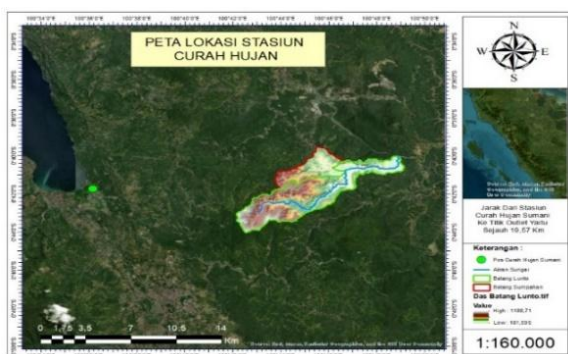
Gambar 1. Lokasi Penelitian
(Sumber: Google, 2024)

Analisis hidrologi dilakukan untuk mengetahui besarnya debit yang mungkin terjadi pada kala ulang tertentu sebagai debit banjir rencana. Dalam perhitungan debit banjir rencana, digunakan data Hujan Harian Maksimum Tahunan (Slamet and Sarwono, 2017). Dalam penelitian ini, digunakan nilai Hujan Harian Maksimum Tahunan dari 1 (satu) stasiun hujan yaitu stasiun hujan sumani.

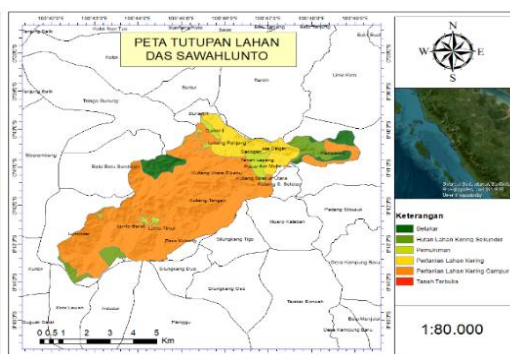


Gambar 2. Catchment Area Batang Lunto
(Sumber : Analisis, 2024)

Analisis debit banjir rencana, salah satu perhitungan debit banjir adalah menggunakan metode hidrograf satuan sintetik nakayasu. Rancangan akan dilakukan akan dihitung dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Pada perhitungan ini menggunakan data curah hujan adalah stasiun hujan sumani. Koefisien Limpasan/Pengaliran adalah variabel untuk menentukan besarnya limpasan permukaan tersebut dimana penentuannya Berdasarkan pertimbangan bahwa koefisien ini tergantung dari faktor-faktor curah hujan dan tata guna lahan. Maka besarnya angka koefisien pengaliran dihitung dengan mempertimbangkan kedua kondisi tersebut (Ilfan, Nurdin and Tristhayanti, 2023). Hasil dari pertimbangan kondisi tersebut maka koefisien pengaliran untuk wilayah DAS Batang Lunto diambil 0,46.



Gambar 3. Peta Lokasi Stasiun Curah Hujan
(Sumber : Analisis, 2024)



Gambar 4. Peta Tataguna Lahan
(Sumber : Analisis, 2024)

Untuk memperkirakan banyaknya aliran/debit yang tertinggi yang lebih mendekati kenyataan didasarkan pada curah hujan Jam-Jaman. Untuk itu perlu ditaksir pola hujan tiap jam dari data hujan harian tersebut. Dalam daerah pengaliran di Indonesia diambil selang 5 – 7 jam. Untuk daerah penelitian di Kota Sawahlunto diambil waktu hujan selama 5 jam.

Tabel 1. Distribusi Hujan Jam-Jaman Batang Lunto

Waktu (Jam)	Ratio	Hujan Netto Jam-Jaman					
		T = 2 th	T = 5 th	T =10 th	T = 25 th	T = 50 th	T = 100 th
1	0.586	26.138	34.834	40.490	46.903	52.685	57.978
2	0.151	6.738	8.979	10.437	12.090	13.580	14.945
3	0.107	4.752	6.333	7.361	8.527	9.578	10.540
4	0.085	3.797	5.060	5.882	6.814	7.654	8.422
5	0.072	3.195	4.258	4.949	5.733	6.439	7.086
Hujan Netto		44.620	59.465	69.119	80.066	89.936	98.972
Koefisien Pengaliran (C)		0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Hujan Rancangan		96.86	129.09	150.05	173.81	195.24	214.85

(Sumber : Data olahan, 2024)

Penelitian ini menganalisa banjir pada pertemuan Batang Lunto dan Batang Sumpahan untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Untuk perhitungan debit banjir rancangan, diambil dua sub DAS yang titik-titiknya berada di pertemuan sungai Batang Lunto dan Batang Sumpahan yang kemudian didapatkan debit banjir rancangan untuk kedua sungai tersebut. Kemudian, untuk desain debit banjir di hilir pertemuan diperoleh dengan menjumlahkan kedua debit banjir dari Batang Lunto dan Batang Sumpahan, seperti yang ditunjukkan pada persamaan 4.4 di bawah ini (Kamiana, 2010):

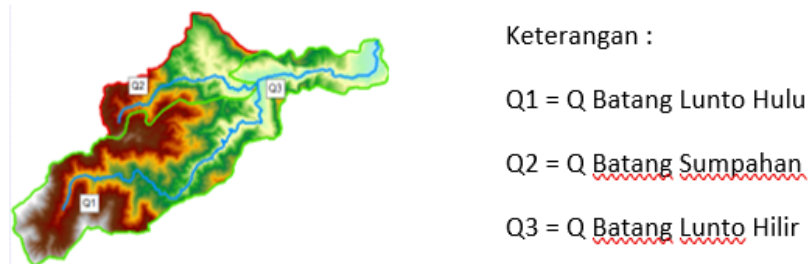
$$Q_{Lunto\ Hilir} = Q_{Batang\ Lunto\ Hulu} + Q_{Batang\ Sumpahan} \dots\dots\dots(a)$$

Tabel 2 di bawah ini adalah hasil dari masing-masing debit banjir di Batang Lunto (hulu), Batang Sumpahan (anak sungai), dan Batang Lunto (hilir).

Tabel 2. Debit Banjir Rancangan Batang Lunto (Hulu), Batang Sumpahan (Anak Sungai), Batang Lunto (Hilir)

Periode Ulang	Debit Batang Lunto Hulu	Debit Batang Sumpahan	Debit Batang Lunto Hilir
	1	2	1+2
2	61.44	41.17	102.61
5	81.15	54.41	135.56
10	93.97	63.01	156.98
25	108.50	72.77	181.27
50	121.61	81.57	203.18
100	133.60	89.62	223.22

(Sumber : Data olahan, 2024)



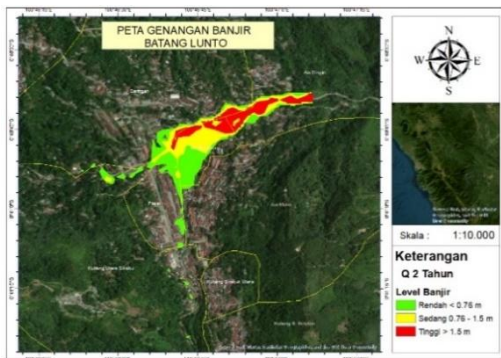
Gambar 5. Skema Debit Banjir Rancangan Batang Lunto (Hulu), Batang Sumpahan, dan Batang Lunto (Hilir) (Sumber : Data olahan, 2024)

Pemetaan genangan banjir pada penelitian ini menggunakan kombinasi ArcGIS 10.3, dan HEC-RAS 6.3. Kombinasi ArcGIS dan HEC-RAS ini memungkinkan pengguna untuk membuat file impor HEC-RAS yang berisi data geometris dari digital terrain model (DTM). Hasil yang diekspor dari HEC-RAS juga dapat diproses ke ArcGIS. ArcGIS juga dapat memproses data profil permukaan air, data yang diekspor dari simulasi HECRAS untuk analisis GIS bisa digunakan untuk pemetaan genangan banjir (Brotowiryatmo, 2000). Pada penelitian ini pemetaan genangan banjir di tinjau seluas 125.70 ha seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.10.

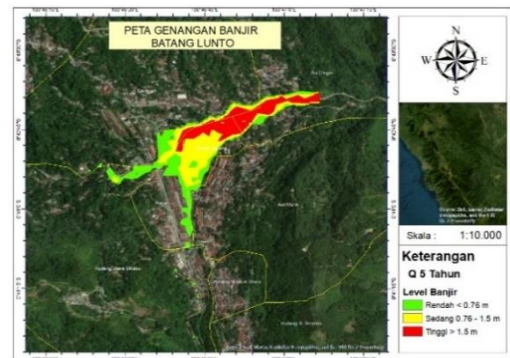


Gambar 6. Area Tinjauan Genangan Banjir
(Sumber : Google, 2024)

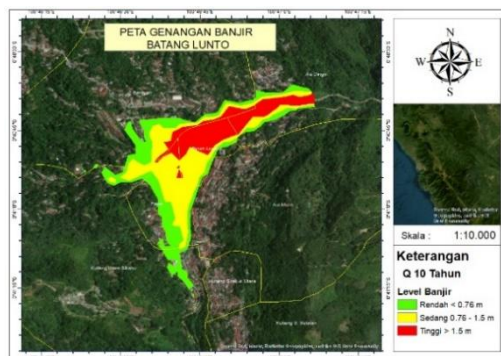
Pada studi ini simulasi aliran tak permanen (*unsteady flow*) dilakukan pada debit Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, Q100. Hasil dari simulasi ini adalah berupa peta genangan banjir dan luas area genangan banjir. Seperti yang di tunjukan pada Gambar 7 – 13 berikut :



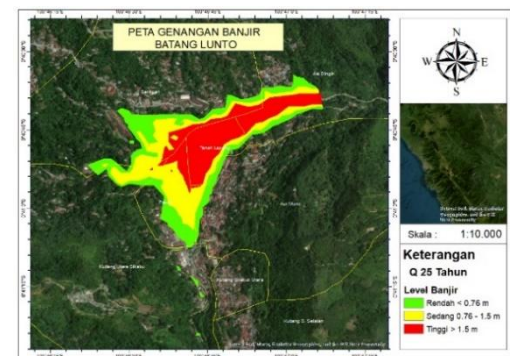
Gambar 7. Peta Genangan Banjir Q2-Tahun
(Sumber : Analisis, 2024)



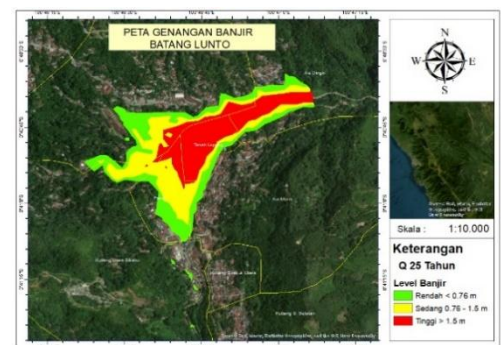
Gambar 8. Peta Genangan Banjir Q5-Tahun
(Sumber : Analisis, 2024)



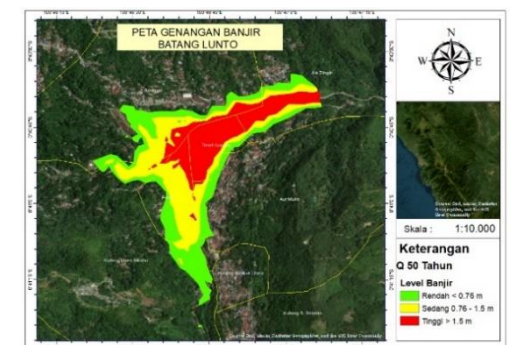
Gambar 9. Peta Genangan Banjir Q10-Tahun
(Sumber : Analisis, 2024)



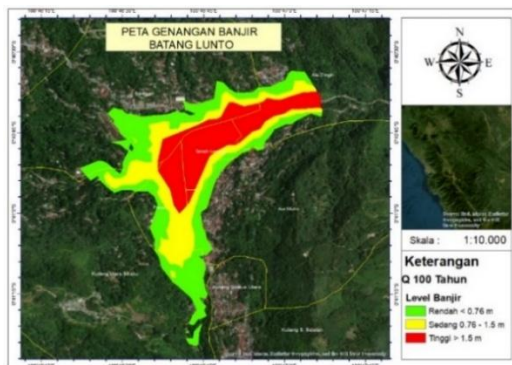
Gambar 10. Peta Genangan Banjir Q25-Tahun
(Sumber : Analisis, 2024)



Gambar 11. Peta Genangan Banjir Q25-Tahun
(Sumber : Analisis, 2024)

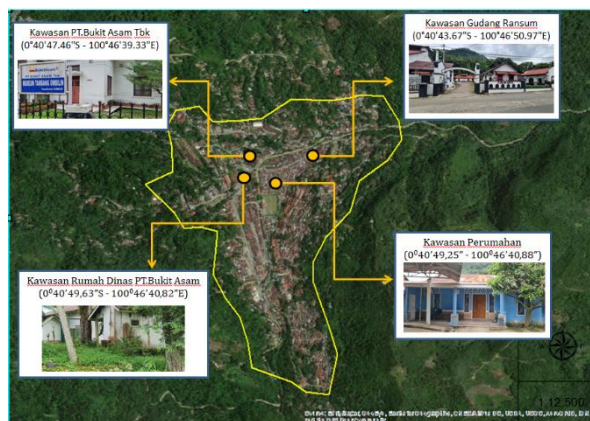


Gambar 12. Peta Genangan Banjir Q50-Tahun
(Sumber : Analisis, 2024)



Gambar 13. Peta Genangan Banjir Q100-Tahun
(Sumber : Analisis, 2024)

Banjir telah menggenangi lahan dan pemukiman di sekitar kawasan Batang Lunto di Kota Sawahlunto. Namun hasil tersebut perlu divalidasi dengan data di lapangan. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara langsung dengan masyarakat sekitar yang terdampak. Berikut beberapa tempat terdampak banjir tahun 2017 yang dijadikan acuan. Berdasarkan data lapangan yang telah dikumpulkan diambil empat lokasi sebagai acuan yaitu, Kawasan PT.Bukit Asam, Kawasan Rumah Dinas PT.Bukit Asam, Kawasan Perumahan, Kawasan Gudang Ransum.



Gambar 14. Lokasi Titik Referensi Tinjauan Lapangan
(Sumber : Analisis, 2024)

Berdasarkan hasil simulasi maka dapat kita ketahui bahwa pada kala ulang 2 tahunan dengan debit 102.61 mm/s dapat menyebabkan luas genangan sebesar 18.12 Ha atau sekitar 14.42%, berturut-turut untuk kala ulang 5 th, 10 th, 25 th, 50 th, 100 th seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Luas Genangan Banjir

Periode Ulang Q	Luas Area Ha	Debit mm/s	Luas Genangan Ha	Persentase (%)
2	125.70	102.61	18.12	14.42
5	125.70	135.56	20.43	16.25
10	125.70	156.98	38.38	30.53
25	125.70	181.27	45.84	36.48
50	125.70	203.18	55.56	44.20
100	125.70	223.22	63.70	50.68

(Sumber : Data olahan, 2024)

SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil perhitungan, analisa dan pembahasan tesis ini adalah sebagai berikut:

Luas genangan banjir hasil simulasi HEC RAS pada kala ulang 2 tahunan dengan debit 102.61 m³/s adalah 18.12 Ha atau sekitar 14.42% dari total luas daerah tinjauan pada penelitian ini dan berturut-turut untuk kala ulang 5, 10, 25, 50, 100 tahunan adalah 20.43 Ha (16.25%), 38.38 Ha (30.53%), 45.84 Ha (36.48%), 55.56 Ha (44.20%), 63.70 Ha (50.68%). Dari keempat desa tersebut yang paling terdampak adalah Desa Tanah Lapang dengan persentase luas genangan terhadap luas desa tersebut sebesar 28.22%.

DAFTAR PUSTAKA

- Alif, C.J. (2018) 'Aplikasi HEC RAS Untuk Analisa Dan Penanganan Banjir Di Sungai Mujur Kecamatan Tempeh Lor Kabupaten Lumajang', *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan*, 2(1). Available at: <https://doi.org/http://pengairan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jmtp/article/view/144>.
- Asep Sulaeman, Suhartanto, E. and Sumiadi (2017) 'Analisis Genangan Banjir Akibat Luapan Bengawan Solo Untuk Mendukung Peta Risiko Bencana Banjir Di Kabupaten Bojonegoro', *Jurnal Teknik Pengairan*, 8(2), pp. 146–157. Available at: <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2017.008.02.1>.
- BPS Kota Sawahlunto (2021) *Kota Sawahlunto Dalam Angka Sawahlunto Municipality in Figures 2021*, BPS Kota Sawahlunto. BPS Kota Sawahlunto. Available at: <https://sawahluntokota.bps.go.id/publication/download.html?nrbvfeve=OWFhZDBiMzQ2N2RINGM0ZDhIZGI1ZDE1&xzmn=aHR0cHM6Ly9zYXdhGx1bnRva290YS5icHMuZ28uaWQvcHVibGljYXRpb24vMjAyNC8wMi8yOC85YWFkMGZlNDY3ZGU0YzRkOGVkyjVkdTUva290YS1zYXdhGx1bnRvLWRhbGFtLWFuZ2thLTIwMjQuaHRtbA%3D%3D&twoadfnarfeauf=MjAyNC0wNy0wMiAxNzoyND00MQ%3D%3D>.
- Brotowiryatmo, S.H. (2000) *Hidrologi – Teori, Masalah, dan Penyelesaian*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Fauzia, A., Asih, A.S. and Hermawan, A. (2023) 'Pemodelan Genangan Banjir Sungai Opak, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Menggunakan Software HEC-RAS V.5.0.7', in *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVIII Tahun 2023 (ReTII)*, pp. 887–894.
- Hanwar, S. and Munandar, A. (2017) 'Pengendalian Banjir Batang Kuranji Menggunakan Program HEC-RAS', *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 14(1), pp. 30–41. Available at: <https://doi.org/10.30630/jirs.14.1.115>.
- Horn, D.R. (1987) 'Prioritizing Flood Control Planning Needs', *Journal of Water Resources Planning and Management*, 113(2), pp. 283–292. Available at: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9496\(1987\)113:2\(283\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9496(1987)113:2(283)).
- Ilfan, F., Nurdin, A. and Tristhayanti, N. (2023) 'Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Sekunder di Jalan Kapten Pattimura Telanaipura Kota Jambi Menggunakan Software Hec-Ras', *Jurnal Talenta Sipil*, 6(1), p. 44. Available at: <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v6i1.213>.
- Kamiana, I.M. (2010) *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kodoatie, R.J. and Sugiyanto (2022) *Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Mera, M. and Rantoso, F. (2019) 'Overcoming flood in batang-takung downstream using numerical simulations', *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 9(4), pp. 1260–1268. Available at: <https://doi.org/10.18517/ijaseit.9.4.8934>.
- Slamet, N.S. and Sarwono, S. (2017) 'Simulasi genangan banjir menggunakan data ASTER DEM pada alur Sungai Cilemer', *Jurnal Sumber Daya Air*, pp. 61–76. Available at: <https://doi.org/10.32679/jsda.v12i1.165>.
- Tiara, R. Al (2023) *Surat Pernyataan dan Keputusan Wali Kota, Sawahlunto Berada Pada Status Keadaan Darurat Bencana*, www.portalberitaeditor.com.
- Triatmodjo, B. (2008) *Hidrologi Terapan*, Beta Offset Yogyakarta. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wigati, R. and Soedarsono, S. (2016) 'Analisis Banjir Menggunakan Software HEC-RAS 4.1.0 (Studi Kasus Sub DAS Ciberang HM 0+00 - HM 34+00)', *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*. Fondasi: Jurnal Teknik Sipil Untirta. Available at: <https://doi.org/10.36055/jft.v5i2.1261>.