

KAJIAN SIMULASI BANJIR DESA DORO DENGAN APLIKASI HECRAS 2D

Ridwan¹, Muhammad Sarif¹, Ichsan Rauf^{1*}, Kusnadi¹
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Khairun, Ternate
e-mail: ichsan_rauf@unkhair.ac.id

ABSTRAK

Desa Doro yang telah menjadi salah satu wilayah langganan banjir di Provinsi Maluku Utara. Beberapa media local menyatakan bahwa kejadian banjir didesa ini telah terjadi sejak tahun 2018 hingga saat ini. Kejadian banjir berdampak pada kehidupan masyarakatnya serta memutus jaringan jalan Provinsi, sehingga pengendalian banjir mutlak harus dilakukan. Upaya pengendalian banjir dalam penelitian ini difokuskan pada analisis kapasitas sungai Laka sebagai system drainase alami serta pola sebaran banjir yang terjadi di desa Doro. Dalam studi ini kajian banjir dilakukan dengan beberapa pendekatan analisa, baik analisa morfometri DAS sungai Lasa, pendekatan statistic untuk analisa hidrologi yang bertujuan mentransformasi nilai curah hujan menjadi debit banjir dengan kala ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun, serta analisa hidrolika aliran sungai Laka dengan menggunakan perangkat lunak Hec-RAS 2D. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa debit banjir untuk kala ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun berpotensi menyebabkan terjadinya genangan di desa Doro masing-masing seluas 3.43 ha, 4.23 ha, 4.78 ha dan 5.19 ha. Adapun validasi untuk luas dan tinggi genangan berdasarkan beberapa kejadian banjir sebelumnya menunjukkan deviasi sebesar 1.15 % terhadap model yang dihasilkan.

Kata kunci :desa Doro, banjir, Hec-RAS

Pendahuluan

Desa Doro yang secara administrasi berada di Kabupaten Halmahera Selatan, Provinsi Maluku Utara telah menjadi daerah rawan banjir (Gambar 1). Hal ini didasarkan meningkatnya frekuensi kejadian banjir yang terjadi di desa tersebut, dimana liputan beberapa media *online* local mewartakan beberapa kejadian banjir terjadi ditahun 2018, 2019, dan 2020. Banjir yang terjadi di desa Doro, tidak lepas dari luapan sungai Lasa yang melintasi kawasan ini akibat tidak mampu lagi menampung debit aliran yang terjadi. Kejadian-kejadian banjir ini berdampak pada terganggunya aktifitas 166 kepala keluarga yang bertempat tinggal di desa ini serta memutus aksesibilitas transportasi, dimana terdapat jalan Provinsi yang melintasi desa tersebut.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mendefenisikan Banjir sebagai *Peristiwa atau keadaan dimana terendamnya suatu daerah atau daratan karena volume air yang meningkat.* Dengan kata lain, fenomena banjir terjadi akibat peningkatan debit air pada sebuah wilayah yang melampaui kapasitas tampungan sungainya sehingga menyebabkan luapan dan menggenangi wilayah tersebut. (Kodoatie & Sugiyanto, 2002) menyatakan bahwa peningkatan debit disebabkan oleh 2 faktor, yaitu :kondisi alam (curah hujan, pengaruh fisiografi daerah, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, dan pengaruh pasang surut) dan tindakan manusia (merubah fungsi lahan untuk budidaya dataran banjir, perencanaan yang tidak tepat, sampah, pengambilan air tanah secara berlebihan). Adapun perubahan

iklim global telah mempengaruhi terjadinya perilaku curah hujan, baik dari pola sebaran, intensitas maupun pendasarannya (Rahmati & Pourghasemi, 2017).



Gambar 1. Desa Doro di Kabupaten Halmahera Selatan, Maluku Utara

Pemetaan banjir merupakan langkah awal dalam pengambilan keputusan dalam upaya pengendalian banjir. Kebijakan dalam pengendalian banjir harus didasarkan pada pendekatan analisis banjir pada masing-masing wilayah, oleh karena variabilitas ruang dan waktu menjadi factor utama yang mempengaruhi fenomena bencana alam ini (Zhang & Smith, 2002). Dengan kata lain pengendalian banjir akan sangat tergantung pada kondisi fisik dan klimatologi yang membentuk masing-masing wilayah. Oleh karena itu, pemodelan dan simulasi banjir yang berbasis SIG merupakan upaya awal yang dilakukan untuk memahami karakteristik banjir yang terjadi pada sebuah wilayah, baik dalam hal peramalan frekuensi banjir maupun pemetaan kawasan banjir (Parhi, 2018). Hal ini akan membantu para pemangku kepentingan dalam menentukan bentuk pengendalian banjir yang memberikan hasil yang optimum.

River Analysis System yang merupakan aplikasi keluaran dari *Hidrology Engineering Corps* (HEC-RAS) telah menjadi aplikasi yang sangat populer digunakan dalam pemetaan banjir. Aplikasi ini difokuskan pada analisis hidrolika aliran pada penampang saluran terbuka baik untuk kaliran 1D dan 2D (Brunner, 2016). Hasil analisis aplikasi ini dapat memberikan gambaran pola sebaran banjir dan tinggi genangan yang terjadi pada sebuah wilayah dengan cukup baik (Sholichin & Prayogo, 2019), (Rauf, 2021).

METODOLOGI PENELITIAN

Kajian karakteristik banjir yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan simulasi pola genangan banjir di desa Doro berdasarkan proyeksi curah hujan dengan kala ulang tertentu. Validasi sebaran

genangan didasarkan pada kejadian-kejadian banjir tahun-tahun sebelumnya, serta dikuatkan dengan hasil observasi lapangan di beberapa titik genangan. Oleh karena itu, maka pendekatan analisis yang dilakukan menggunakan analisa hidrologi dan hidrolika.

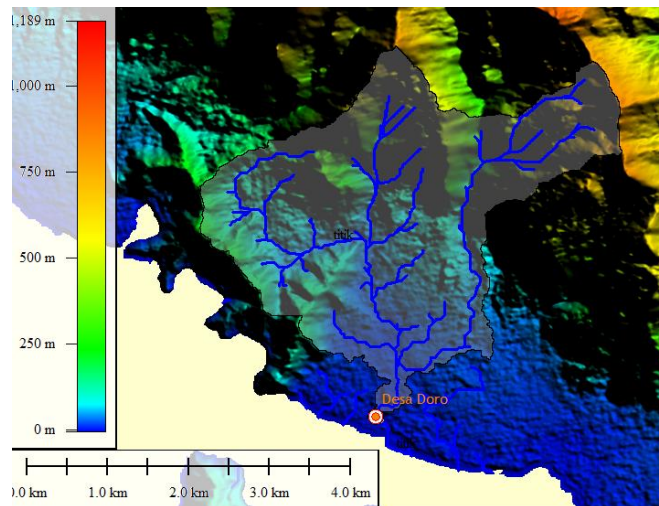
Data-data yang digunakan dalam analisis ini diperoleh secara langsung maupun tidak langsung. Data geometri sungai dan kawasan desa Doro didapatkan melalui pengukuran langsung dengan menggunakan alat ukur *Total Station* (TS). Observasi lapangan untuk mengukur tinggi genangan akibat banjir terdahulu dilakukan sebagai dasar validasi terhadap model sebaran proyeksi. Data-data sekunder yang digunakan berupa : data curahhujan maksimum harian dari tahun 2009 – 2021 yang bersumber dari Dinas Pekerjaan Umum dan penataan Ruang , serta data tutupan lahan yang bersumber dari Bapelitbangda Halmahera Selatan.

Penelitian ini diawali dengan melakukan analisis hidrologi untuk memprediksi debit banjir rancangan berdasarkan kala ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun. Triadmodjo, 2006 menguraikan tahapan analisa frekuensi curah hujan, meliputi :analisa parameter statistik data hujan, analisa model distribusi hujan, uji homoskeditas, dan analisa curah hujan rencana. Penentuan besaran debit kemudian dilakukan dengan menggunakan model Hidograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu, mengingat di lokasi studi belum terdapat pos hidrometri. Selainitu, HSS Nakayasu dapat menggambarkan karakteristik hidrologi yang lebih baik dibandingkan model HSS lainnya, baik dari estimasi puncak banjir maupun periode banjir yang terjadi (Pratomo, et al., 2014) (Margini, et al., 2017). Simulasi sebaran kemudian dilakukan dengan menggunakan aplikasi *River Analysis System* yang merupakan keluarandari *Hidrology Engineering Corps* (HEC-RAS) dengan mengasumsikan aliran yang terjadi merupakan aliran tetap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik DAS

Karakteristik morfometrik DAS di Desa Doro diperoleh dengan membangun model spasial menggunakan data Digital Elevation Model (DEM) yang diperoleh dari DEMNAS yang memiliki resolusi 8 mx 8 m atau 0,27 detik busur. Penataan batas DAS berdasarkan informasi dari warga, dimana mereka menunjuk dimana luapan banjir mulai terjadi, kemudian titik ini menjadi koordinat awal dalam pengukuran topografi.

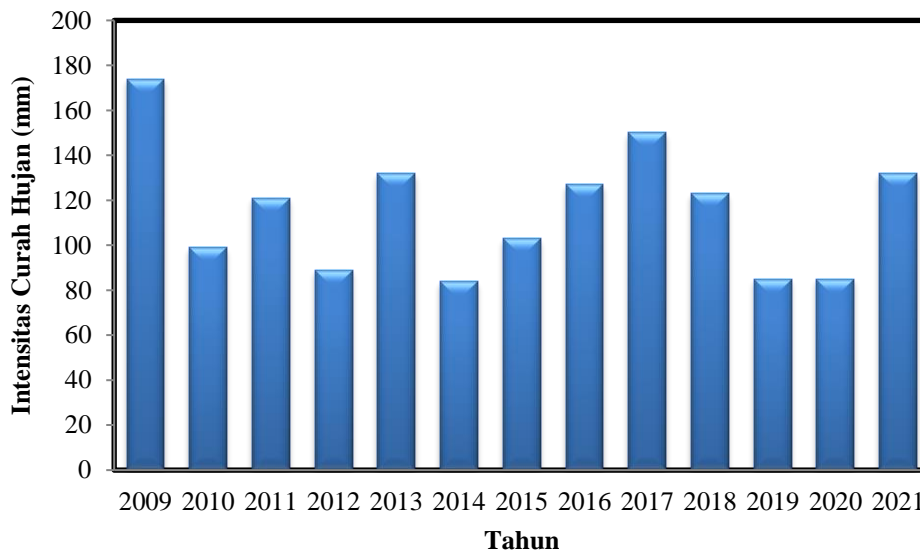


Gambar 2. DAS dan jaringan sungai sintetik Ake Lasa

Hasil pemodelan spasial DAS Ake Lasa dan jaringan sungai yang berpotensi menyumbang aliran permukaan di lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 2. Dari analisis spasial pada Sistem Informasi Geografis (SIG), peneliti memperoleh parameter DAS dan morfometrik sungai, terdiri dari panjang sungai utama (L) (30,09 km), kemiringan aliran sungai utama (0,022%), luas daerah tangkapan air (A) (11,362 km²), dan kemiringan DAS (bervariasi antara 2% - 45%).

Curah Hujan Rancangan

Data curah hujan maksimum harian Halmahera Selatan selama 13 tahun dari tahun 2009 – 2021 diperlihatkan pada Gambar 2. Dalam periode tersebut intensitas curah hujan maksimum terjadi pada tahun 2009 sebesar 174 mm, sementara intensitas curah hujan terendah sebesar 84 mm terjadi pada tahun 2014. Curah hujan rata-rata selama periode tersebut sebesar 115,69 mm. Berdasarkan data-data tersebut, maka kejadian banjir yang terjadi pada tahun 2019, 2020, dan 2021 disebabkan oleh intensitas curah hujan masing-masing sebesar 85 mm, 85 mm, dan 134 mm.



Gambar 3. Curah Hujan Maksimum Harian periode 2009 – 2021.

Hasil analisis frekuensi curah hujan dengan periode rencana (T) dengan menggunakan model sebaran Log Normal, Normal, Gumbel dan Log Pearson III diperlihatkan pada Tabel 1. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa distribusi Log Pearson memberikan nilai terbesar sementara distribusi Normal menghasilkan nilai terkecil. Adapun untuk penentuan nilai intensitas curah hujan yang akan digunakan dalam penelitian ini, dilakukan pengujian parameter statistic untuk setiap model dan pengujian homoskeditas data dari hasil model yang telah memenuhi syarat yang ditentukan.

Tabel 1. Perkiraan Intensitas Curah Hujan Kala Ulang

T	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson
2	115.69	112.71	100.06	110.43
5	139.15	137.52	124.81	136.43
10	151.44	152.63	141.19	154.23
25	163.39	168.92	161.90	177.44
50	172.94	183.17	177.25	195.30
100	180.76	195.73	192.50	213.66

Hasil uji parameter-parameter statistik yang meliputi: nilai koefisien kemencengan (Cs), koefisien varian (Cv), dan koefisien keruncingan (Ck) terhadap setiap model sesuai persyaratannya, maka model yang memenuhi secara statistic adalah distribusi Log Pearson, dimana nilai $Cs \neq 0$. Adapun dari hasil uji homoskeditas data, model distribusi Log Pearson juga telah memenuhi memenuhi syarat. Berdasarkan hasil uji chi-kuadrat diperoleh nilai chi-hitung sebesar 0,462, dimana nilai ini lebih kecil dari nilai chi-kritis sebesar 5,991 untuk taraf signifikansi (α) 95%. Sementaraitu, pengujian dengan metode uji Smirnov-Kolmogorov memberikan hasil perhitungan nilai Δ - hitung sebesar 0,155, nilai ini lebih kecil dibandingkan nilai Δ -kritis untuk taraf signifikansi (α) 95% sebesar 0,368. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa nilai perolehan intensitas curah hujan sebaran Log Pearson dapat digunakan dalam analisis debit banjir dalam studi ini.

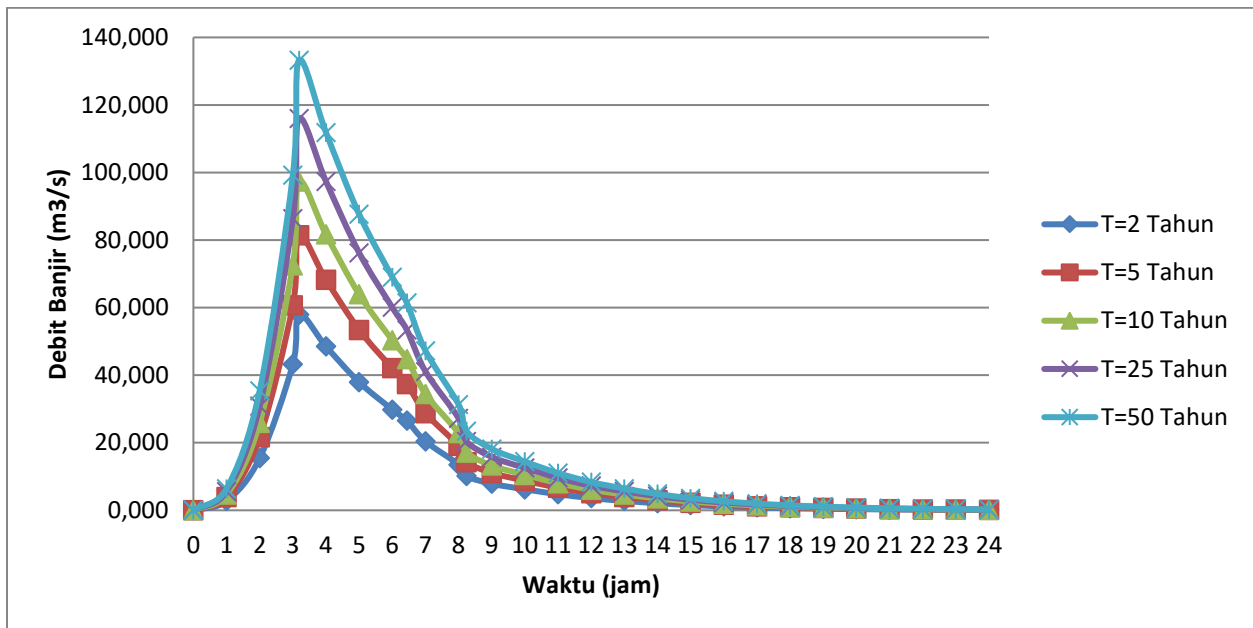
Analisis Debit DAS

Dengan menggunakan pemodelan nilai curah hujan maka dapat dihitung nilai curah hujan efektif dengan metode Mononobe, dimana nilai curah hujan efektif selama 6 jam ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2.Perhitungan Curah Hujan Efektif dengan metode Mononobe.

Kala Ulang	Tahun	2	5	10	25	50	2020
R Rancangan	(mm)	115.972	163.813	196.299	234.262	269.410	134.000
C	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
Rn	(mm)	75.382	106.478	127.594	152.270	175.117	87.100
Jam				Nisbah			
1	0.550	41.484	58.597	70.218	83.797	96.370	47.933
2	0.143	10.783	15.231	18.251	21.781	25.049	12.459
3	0.100	7.564	10.684	12.803	15.279	17.571	8.740
4	0.080	6.021	8.505	10.192	12.163	13.988	6.958
5	0.067	5.085	7.183	8.608	10.272	11.813	5.876
6	0.059	4.445	6.278	7.523	8.978	10.325	5.135

Hasil perhitungan curah hujan efektif per jam dengan pemodelan curah hujan untuk periode ulang merupakan parameter masukan untuk sistem DAS Ake Lasa, digunakan dalam pembuatan model hidrograf dengan satuan sintetik untuk menganalisis besarnya debit banjir. Setelah menerapkan metode NSUH, peneliti memperoleh waktu puncak (T_p) banjir yang terjadi di DAS Ake Lasa adalah 3.19jam dengan bentuk hidrograf seperti pada Gambar 4. Debit banjir maksimum untuk periode ulang 2, 5, 10, 25 dan 50 tahun adalah 57.956m³/s, 81.427 m³/S, 97.364 m³/s, 115.989m³/s dan 133.233 m³/s, masing-masing. Hasil tersebut kemudian digunakan sebagai data aliran masukan untuk pemodelan sebaran banjir di Ake Lasa.

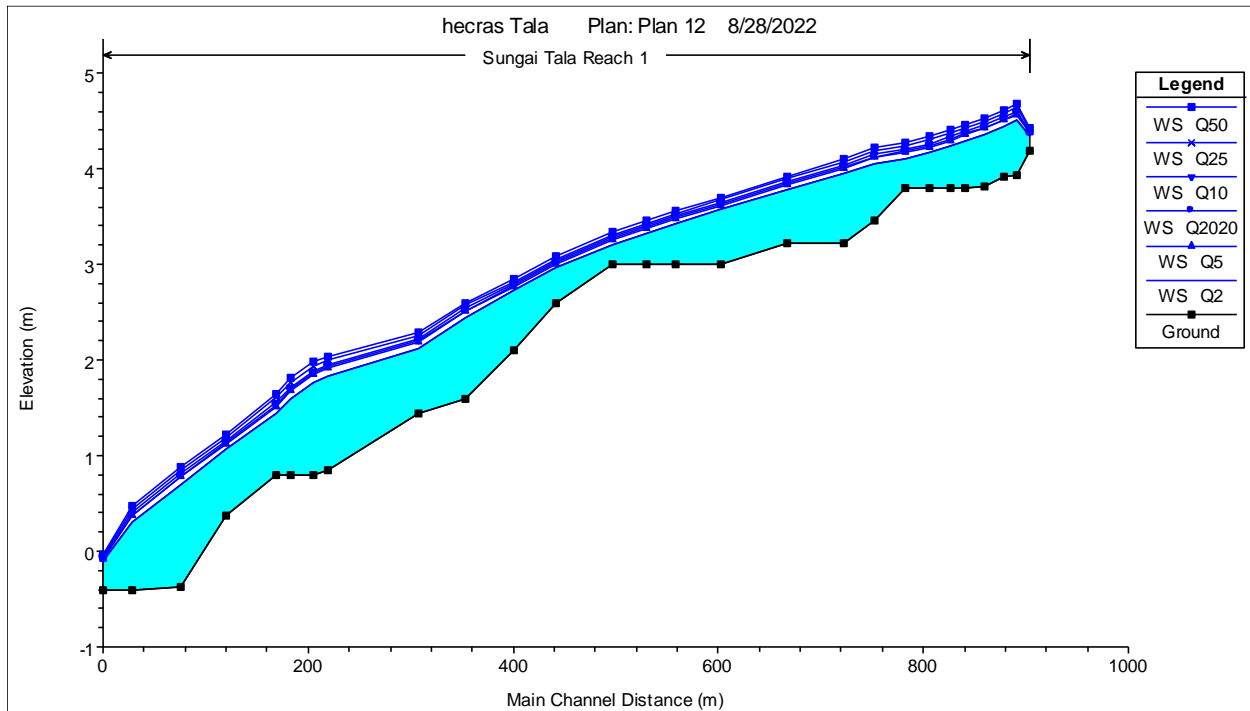


Gambar 4. Debit HSS Nakayasu

Hidrolika Aliran Sungai Lasa

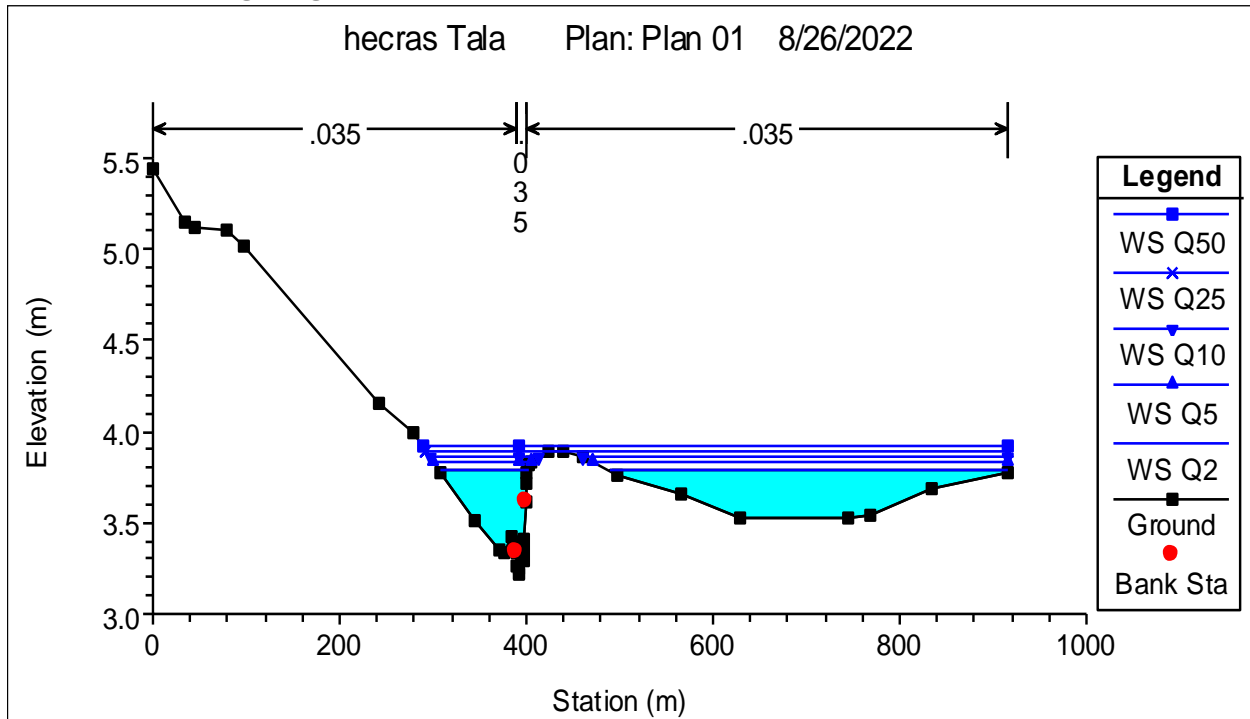
Analisis hidrolika dimaksud untuk mengetahui tinggi muka air sungai pada kondisi eksisting terhadap banjir rencana. Berdasarkan hasil analisis kapasitas penampang Sungai Lasa menggunakan HEC-RAS 5.0.7. dengan debit banjir rencana HSS Nakayasu kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, dan 50 tahun, menunjukkan bahwa ada banyak titik yang mengalami luapan. Seperti yang terlihat pada profil memanjang dan melintang di bawah ini :

1. Penampang Memanjang Sungai

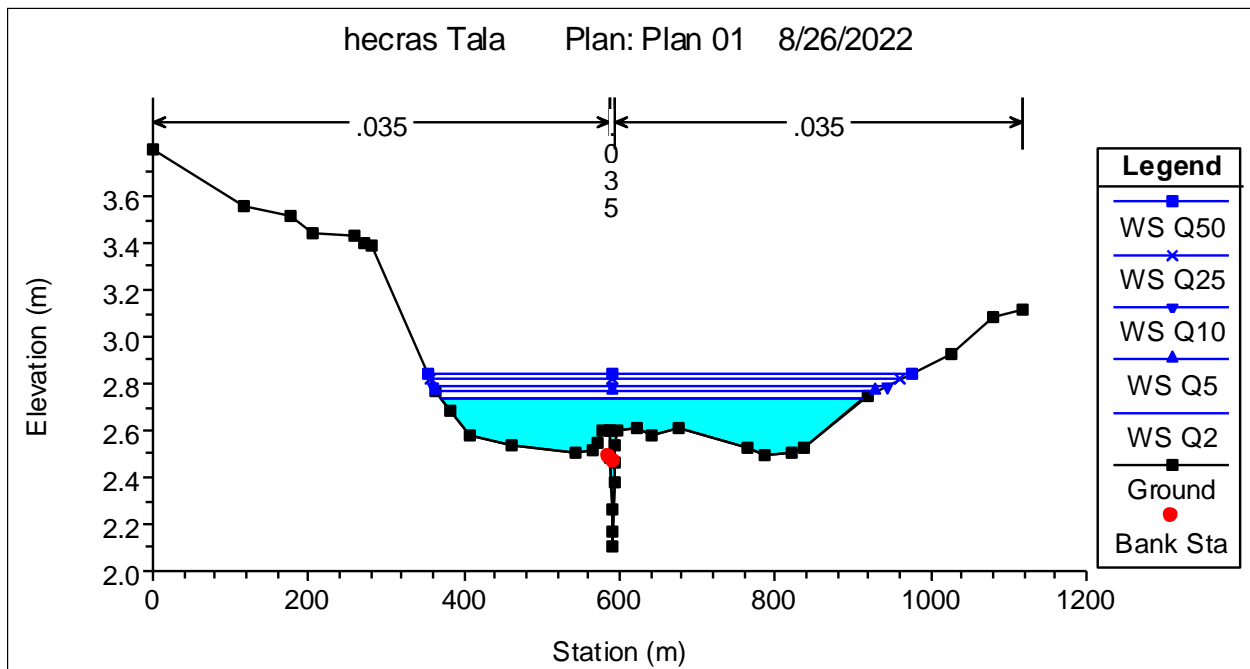


Gambar 5. Profil Memanjang Sungai kondisi eksisting

2. Profil Melintang Sungai



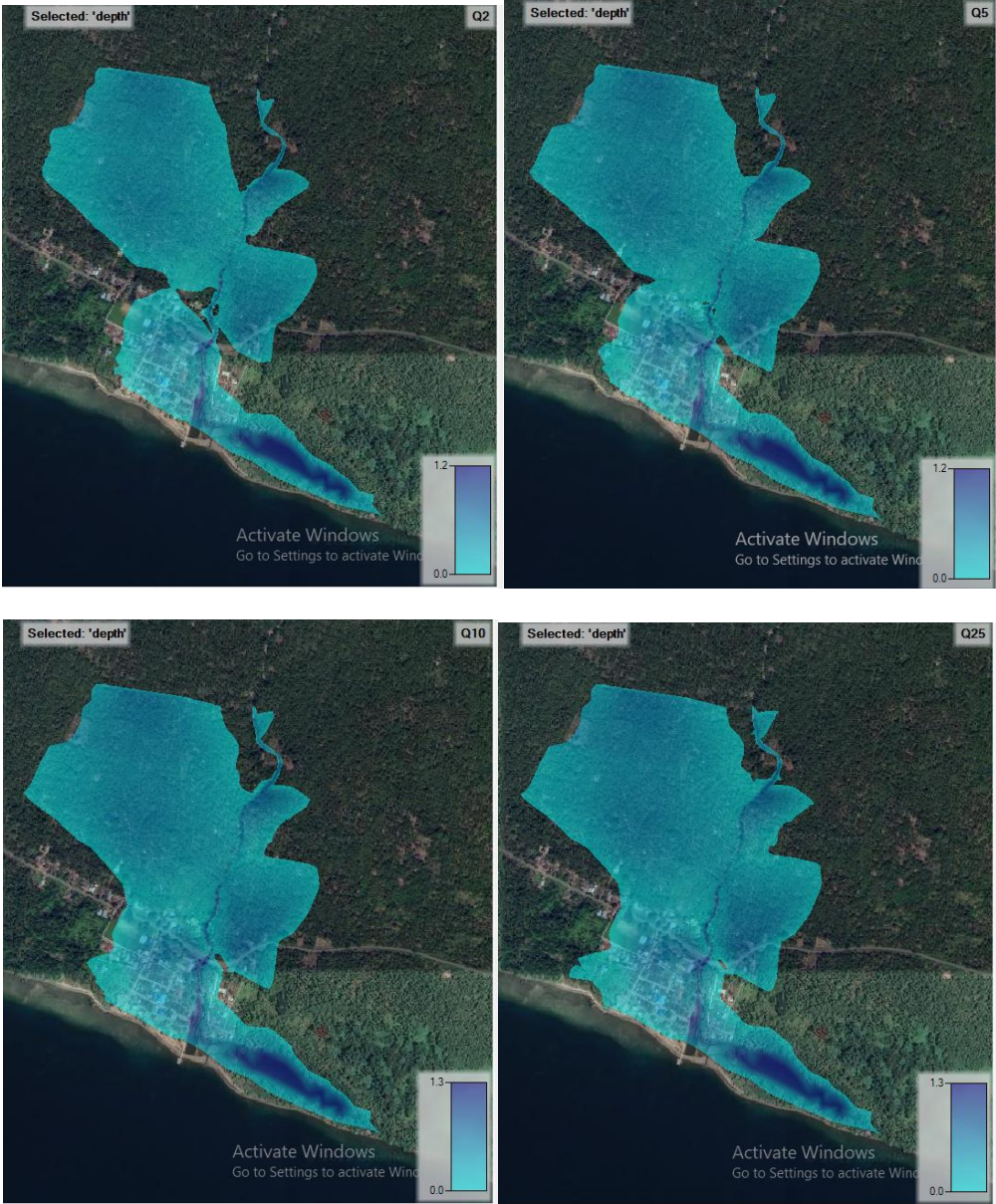
Gambar 6. Penampang melintang STA. 686

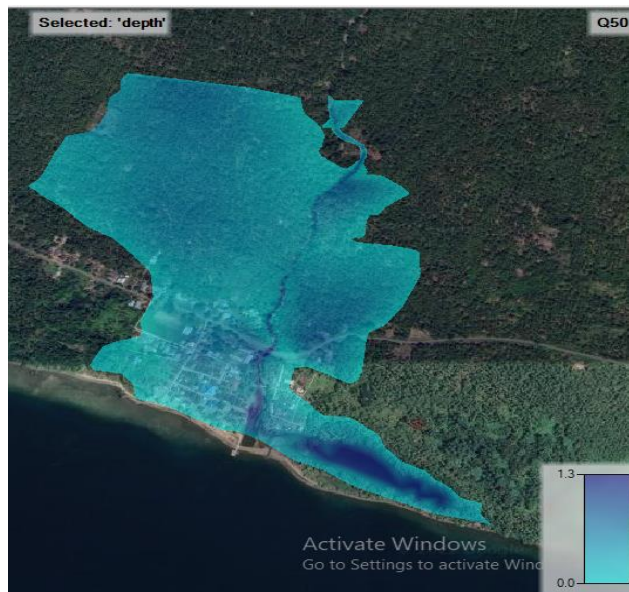


Gambar 7.Penampang melintang STA. 419

Tabel 3.Rekapitulasi tinggi genangan kondisi eksisting

Kala Ulang	KondisiEksisting	
	Genangantertinggi (m)	Tinggi genangan di pemukiman (m)
2 Tahun	1.2	0.528
5 Tahun	1.2	0.604
10 Tahun	1.3	0.649
25 Tahun	1.3	0.7
50 Tahun	1.3	0.741





Gambar 8. Simulasi sebaran banjir desa Doro akibat banjir kala ulang



Gambar 9. Validasi Banjir akibat untuk Tahun 2020.**Tabel 4.** Luas dan Tinggi Genangan Desa Doro akibat Debit Kala Ulang

Kala Ulang	Luas Genangan (ha)	Kondisi Eksisting	
		Genangan tertinggi (m)	Tinggi genangan di pemukiman (m)
2 Tahun	33.095	1.2	0.528
5 Tahun	36.629	1.2	0.604
10 Tahun	38.273	1.3	0.649
25 Tahun	40.059	1.3	0.7
50 Tahun	41.806	1.3	0.741

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisis yang di dapatkan pada kondisi existing sungai Ake Lasa dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun mengalami luapan genangan banjir berturut – turut sebesar 33,095 ha, 36,629 ha, 38,273 ha, 40,059 ha, dan 41,806 ha.
2. Bahwa validasi terkait Penggunaan Aplikasi HEC-RAS dalam Penelitian terkait dengan Debit rencana Banjir menjadi salah satu Program Software yang Membantu dalam Penentuan rencana debit banjir tahunan dalam salah satu wilayah

Saran

Berdasarkan hasil kajian, diberikan beberapa saran terkait tpeendalian banjir Sungai Ake Lasa sebagai berikut:

1. Pengendalian banjir sungai Ake Lasa harus dilakukan secara terintegrasi dan berkelanjutan dari hulu hingga hilir.
2. Pada tahap awal, bentuk pengendalian banjir secara struktural yang paling efektif mengurangi elevasi luapan banjir adalah dengan cara normalisasi dengan penambahan tanggul
3. Kebijakan struktural yang dilakukan pemerintah harus di sertai dengan kebijakan non-struktural sehingga upaya mengurangi resiko bencana banjir menjadi lebih efektif dengan pendekatan partisipatif masyarakat.

Daftar Pustaka

- Brunner, G., 2016. *HEC-RAS (River Analysis System Manual)*. Ver 5.0 ed. Davis, CA: Hydraulic Engineering Center, US Army Corps of Engineer.
- Kodoatie, R. J. & Sugiyanto, 2002. *Banjir : Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Margini, N. F., Nusantara, D. A. D. & Ansori, M. B., 2017. Analisa Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Dan ITB Pada Sub DAS Konto, Jawa Timur. *Jurnal Teknik Hidroteknik*, 2(1), pp. 41-45.
- Parhi, P. K., 2018. Flood Management in Mahanadi Basin using HEC-RAS and Gumbel's Extreme Value Distribution. *J. Inst. Eng. India Ser.*, pp. 751-755.
- Pratomo, M., Sobriyah & Wahyudi, H., 2014. Analisis Hidrograf Aliran Daerah Aliran Sungai Keduang Dengan Beberapa Metode Hidrograf Satuan Sintetis. *Matriks Teknik Sipil*, pp. 360-368.
- Rahmati, O. & Pourghasemi, H., 2017. Identification of critical flood prone areas in data-scarce and ungauged regions: a comparison of three data mining models.. *Water Resour Management*, 31(5), pp. 1473-1487.
- Rauf, I., 2021. Analisis Spasial Tingkat Bahaya Banjir Desa Amasing Kali Dengan Hec-RAS 2D. *Jurnal Teknik*, 19(2), pp. 107-119.
- Sholichin, M. & Prayogo, T., 2019. *Using HEC-RAS for analysis of flood characteristic in Cilirung River, Indonesia*. s.l., IOP Publishing.
- Zhang, Y. & Smith, J. A., 2002. Space-Time Variability of Rainfall and Extreme Flood Response in the Menomonee River Basin, Wisconsin. *JOURNAL OF HYDROMETEOROLOGY*, pp. 506-517.