

PEMODELAN GENANGAN BANJIR SUNGAI AKE TONIKU KECAMATAN JAILOLO SELATAN KABUPATEN HALMAHERA BARAT

Article history

Received

3 Desember 2024

Received in revised form

20 Januari 2025

Accepted

25 April

Marlina Kamis^a, Yudit Agus Priambodo^{a*}

^aUniversitas Muhammadiyah Maluku Utara, Ternate, Indonesia

*Corresponding author

sipilummu.yudit@gmail.com

Graphical abstract

Abstract

The flood that occurred in South Jailolo District, West Halmahera Regency, North Maluku Province, was caused by high-intensity rainfall on Friday, March 21, 2025, which resulted in the overflow of the Kayasa and Toniku Rivers. The objective of this study is to model flood events caused by the overflow of the Ake Toniku River, particularly in Tabadamai Village, Toniku Village, and Rioribati Village, as well as to assess the extent of the flood inundation area. The flood modeling method uses a hydraulic approach to simulate river discharge using the HEC-HMS software, and to visualize flood inundation areas and flood-affected regions using a GIS-based approach with HEC-RAS software. The results of the study show that the design flood discharges of the Ake Toniku River for return periods of 2, 5, 10, 25, 50, and 100 years are 50.5 m³/s, 105.8 m³/s, 152.9 m³/s, 223.9 m³/s, 284.9 m³/s, and 352.6 m³/s, respectively. The corresponding flood inundation areas for those return periods are 1.159 km², 1.474 km², 1.627 km², 1.920 km², 2.119 km², and 2.360 km², respectively. Flood depth is categorized into the following ranges: (0–0.25)m; (0.25–0.5)m; (0.5–1.0)m; (1.0–2.0)m; and (2.0–maximum)m. Based on the flood inundation maps, Toniku Village is identified as the most severely affected area, while Tabadamai Village is only partially impacted under the 100-year return period flood scenario. Rioribati Village is not affected at all in this model, as the flood overflow originates solely from the Ake Toniku River.

Keywords: Flood modeling, inundation analysis, Ake Toniku River

Abstrak

Banjir yang terjadi di Kecamatan Jailolo Selatan, Kabupaten Halmahera Barat, Provinsi Maluku Utara, disebabkan oleh curah hujan dengan intensitas tinggi pada hari Jumat, 21 Maret 2025, yang mengakibatkan meluapnya Sungai Kayasa dan Sungai Toniku. Tujuan penelitian ini adalah untuk memodelkan kejadian banjir akibat luapan Sungai Ake Toniku, khususnya di Desa Tabadamai, Desa Toniku, dan Desa Rioribati, serta untuk menilai luas wilayah genangan banjir. Metode pemodelan banjir menggunakan pendekatan hidrolika untuk mensimulasikan debit sungai dengan perangkat lunak HEC-HMS, serta memvisualisasikan wilayah genangan banjir dan daerah terdampak menggunakan pendekatan berbasis GIS dengan perangkat lunak HEC-RAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit banjir rencana Sungai Ake Toniku untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun masing-masing adalah 50,5 m³/det, 105,8 m³/det, 152,9 m³/det, 223,9 m³/det, 284,9 m³/det, dan 352,6 m³/det. Luas genangan banjir yang sesuai untuk periode ulang tersebut masing-masing adalah 1,159 km², 1,474 km², 1,627 km², 1,920 km², 2,119 km², dan 2,360 km². Kedalaman banjir dikategorikan ke dalam rentang: (0–0,25)m; (0,25–0,5)m; (0,5–1,0)m; (1,0–2,0)m; dan (2,0–maksimum)m. Berdasarkan peta genangan banjir, Desa Toniku diidentifikasi sebagai wilayah yang paling parah terdampak, sedangkan Desa Tabadamai hanya sebagian terdampak pada skenario banjir periode ulang 100 tahun. Desa Rioribati tidak terdampak sama sekali pada model ini, karena luapan banjir hanya berasal dari Sungai Ake Toniku.

Kata Kunci : Pemodelan banjir, analisis genangan, Sungai Ake Toniku

© 2018 Penerbit Fakultas Teknik Unkhair. All rights reserved

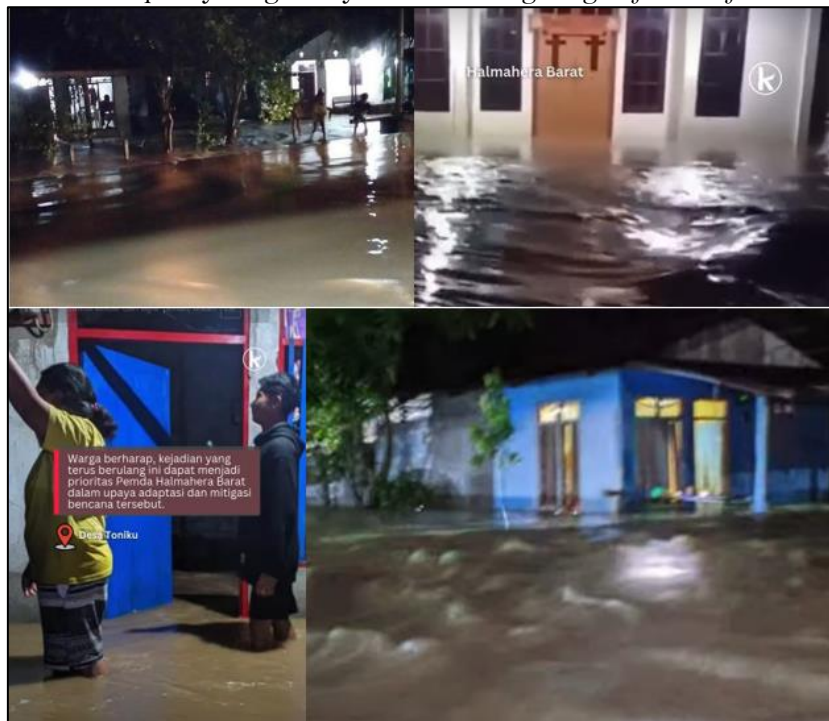
1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang menjadi bencana tahunan di Indonesia. Banjir juga dapat terjadi karena sungai sudah tidak mampu menampung volume air yang ada saat terjadi hujan yang begitu lebat. Hal ini mengakibatkan air yang ada di sungai meluap dan membanjiri daerah disekitarnya. Perlu ada upaya pengurangan risiko bencana. Salah satu upaya untuk menanggulangi hal tersebut adalah melalui manajemen bencana yang baik, termasuk di dalamnya adalah penyajian peta maupun pemodelan yang memuat wilayah terdampak banjir. Seiring dengan ini, Menurut [10], penataan ruang semakin dianggap sebagai mekanisme penting dalam menghadapi risiko banjir.

Seperti banjir yang terjadi di Kecamatan Jailolo Selatan, Kabupaten Halmahera Barat Provinsi Maluku Utara akibat hujan dengan intensitas tinggi yang melanda, pada Jumat (21/3/2025) menyebabkan Sungai Kayasa dan Sungai Toniku meluap. Akibatnya, banjir merendam sejumlah rumah warga di empat desa, yakni Desa Tabadamai, Desa Toniku, dan Desa Rioribati, dengan ketinggian air mencapai 20–30 cm [13]. Perlu diketahui luas daerah masing-masing desa tersebut adalah Desa Tabadamai (18.03km²), Desa Toniku (4.36km²), dan Desa Rioribati (2.05km²) [1].

Untuk antisipasi penanggulangan bencana sebagai mitigasi bencana diperlukan pemodelan banjir yang mempresentasikan kejadian luapan banjir yang mungkin terjadi. Sekarang telah tersedia banyak alat untuk model simulasi mendelineasi daerah rawan banjir salah satunya adalah HEC-RAS yang dikembangkan oleh Hydrologic Engineering Center (HEC) pada US Army Corps of Engineers (USACE). Menurut [6], routing banjir dan prediksi dari tinggi banjir dapat dibuat pemodelannya dengan baik menggunakan HEC-RAS. Dibandingkan dengan perangkat lunak hidrologi yang lain, HEC RAS dapat menghasilkan keluaran berupa peta dan data prediksi.

Tujuan penelitian ini adalah melakukan pemodelan banjir yang disebabkan oleh luapan sungai Ake Toniku khususnya di Desa Tabadamai, Desa Toniku, Desa Tabanga, dan Desa Rioribati Kecamatan Jailolo Selatan Kabupaten Halmahera Barat Provinsi Maluku Utara serta melihat cakupan wilayah genangan banjir. Manfaatnya adalah sebagai langkah mitigasi bencana banjir yang terjadi sehingga dapat dilakukan tindakan-tindakan untuk meminimalisir dampaknya bagi masyarakat dan lingkungan jika banjir terulang kembali.



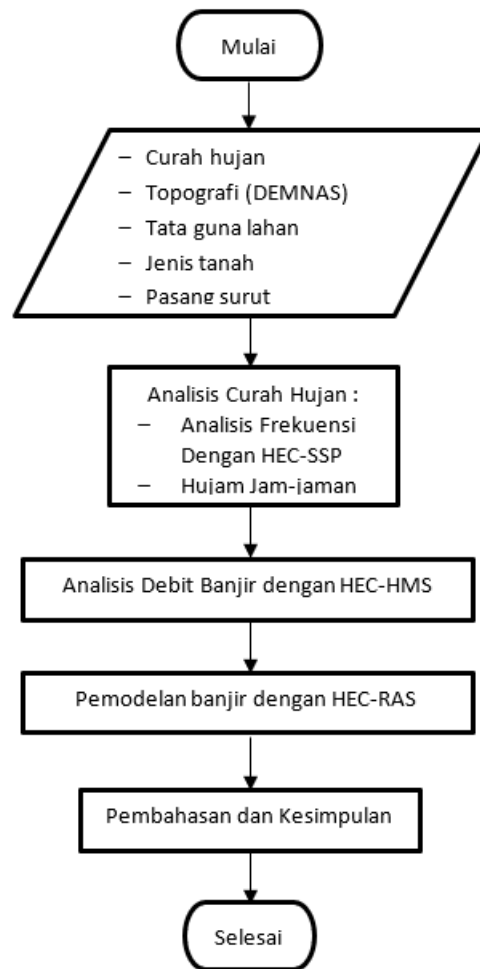
Gambar 1. Kondisi banjir akibat luapan Sungai Ake Toniku

2. METODE

Tahapan penelitian ini dilaksanakan sebagai berikut :

- 1) Penentuan hujan maksimum tahunan DAS. Data hujan yang digunakan adalah data dari tahun 2005 sampai dengan 2024 yang berasal dari situs resmi Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dengan alamat website <https://dataonline.bmkg.go.id/dataonline-home>, pada stasiun terdekat dengan lokasi penelitian yaitu Stasiun Meteorologi Sultan Babullah.
- 2) Penentuan debit banjir rancangan. Untuk penentuan debit banjir rancangan langkah-langkah yang dilakukan ialah:
 - Menentukan hujan rancangan DAS masing-masing kala ulang dengan menggunakan analisis frekuensi dengan menggunakan aplikasi HEC-SSP dengan cara pemilihan distribusi terbaik menggunakan beberapa metode yang ditawarkan oleh aplikasi tersebut.
 - Menentukan Hujan Jam-jaman untuk masing masing hujan rencana periode kala ulang menggunakan metode Mononobe dengan waktu konsentrasi 6 jam [15].
 - Data topografi berupa DEM diambil di website <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/> untuk keperluan penentuan luas daerah tangkapan air. Sungai penyebab banjir yang dipilih adalah Sungai Ake Toniku saja karena keterbatasan data DEMNAS yang tidak dapat mendeteksi alur Sungai Kayasa.
 - Menentukan delineasi DAS sungai Wailamo menggunakan aplikasi HEC-HMS. Hasil delineasi DAS dari aplikasi HEC-HMS menunjukkan hasil yang serupa dengan delineasi yang dihasilkan dalam perangkat ArcGIS dengan tingkat akurasi dan kualitas sangat baik (M. Baitullah Al Amin, dkk, 2020). Hasil delineasi ini selanjutnya dapat diolah dengan memasukkan data hidrologi pada HEC-HMS sehingga diperoleh debit banjir rencana untuk desain penampang sungai yang [11].
 - Penentuan nilai Curve Number untuk kebutuhan analisis debit banjir pada aplikasi HEC-HMS diperoleh melalui aplikasi QGIS 3.34 Prizren menggunakan plugin Curve Number Generator dan Area Weighted Average. Selanjutnya analisis debit banjir dengan HEC-HMS menggunakan metode SCS Curve Number.
- 3) Pemodelan genangan banjir sungai Waisenga dengan aplikasi HEC-RAS.
 - Menggunakan HEC-RAS untuk memodelkan banjir dengan batas hulu hidrograf banjir hasil dari analisis menggunakan HEC-HMS dan batas hilir menggunakan data pasang surut yang diambil dari website <https://srgi.big.go.id/map/pasut-active#>.
 - Menentukan luasan genangan banjir untuk tiap kala ulang banjir berdasarkan hasil analisis menggunakan HEC-RAS.

Bagan alur penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 2. Bagan alir tahapan penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Awal

Data curah hujan yang digunakan dalam analisis ini yaitu data curah hujan harian maksimum tahunan dengan periode pencatatan tahun 2005 sampai dengan tahun 2024 yang disajikan pada Tabel 1. Stasiun pengamatan yang digunakan adalah Stasiun Meteorologi Sultan Babullah.

Analisa Frekuensi Curah Hujan

Untuk analisis distribusi dan frekuensi curah hujan pada penelitian ini digunakan aplikasi HEC-SSP 2.3. Pada Gambar 3 ditampilkan hasil pemilihan berdasarkan uji kecocokan semua jenis distribusi menggunakan metode Product Moments. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat untuk metode analisis frekuensi yang dapat terbaik yang dapat digunakan adalah metode Generalized Extreme Value sehingga curah hujan rencana yang digunakan adalah hasil dari metode tersebut. Pada Gambar 4.

ditampilkan kurva frekuensi menggunakan metode Generalized Extreme Value. Jadi curah hujan rencana yang digunakan adalah nilai rata-rata pada kurva tersebut. Data curah hujan rencana berdasarkan analisis frekuensi ditampilkan pada Tabel 2.

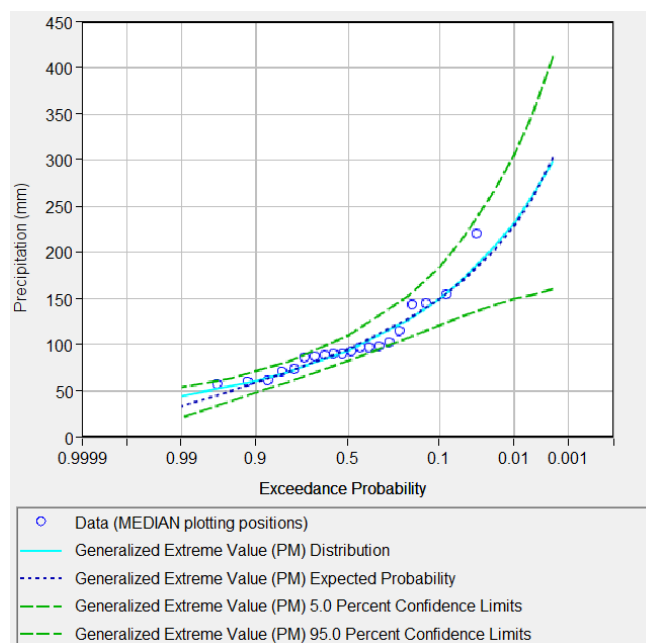
Tabel 1 Data hujan harian maksimum tahunan

Tahun	Tinggi Hujan (mm)	Tahun	Tinggi Hujan (mm)
2005	154	2015	59.9
2006	90	2016	102.1
2007	93	2017	70.6
2008	57	2018	98

2009	87	2019	142.8
2010	86	2020	114.4
2011	144	2021	96.9
2012	61	2022	88.1
2013	72.8	2023	96
2014	89	2024	219.7

Distribution	Kolmogorov-Smirnov (Test Statistic)	Chi-Square (Test Statistic)	Anderson-Darling (Test Statistic)
Generalized Extreme Value (P..	0.154	NaN	0.431
Ln-Normal (PM)	0.170	0.400	0.509
Log-Pearson III (PM)	0.170	NaN	0.408
Gamma (PM)	0.189	1.200	0.693
Pearson III (PM)	0.190	NaN	0.497
Normal (PM)	0.240	5.200	1.116
Exponential (PM)	0.431	18.800	4.400
Beta (PM)	NaN	NaN	NaN

Gambar 3. Hasil pemilihan jenis distribusi pada HEC-SSP 2.3



Gambar 4. Kurva frekuensi untuk metode Log-Pearson III pada HEC-SSP 2.3

Tabel 2. Hasil analisis frekuensi curah hujan rencana (mm)

Kala Ulang	Generalized Extreme Value
2	93.35
5	126.29
10	149.72
25	181.31
50	206.27
100	232.42

Hujan Jam-jaman

Untuk mengetahui curah hujan jam-jaman yang diperoleh dari besaran curah hujan rencana (R_n) periode ulang T (tahun) dari hasil analisa frekuensi. Periode ulang yang digunakan adalah 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

Curah hujan jam-jaman untuk tiap periode kala ulang T (tahun) menggunakan metode Mononobe dengan waktu konsentrasi 6 jam ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hujan efektif jam-jaman pada periode kala ulang

t	Rt	Hujan Netto (Rn, mm) dengan Kala Ulang (Tahun)					
		2	5	10	25	50	100
		93.35	126.29	149.72	181.31	206.27	232.42
(Jam)	(%)	Hujan Netto Jam-jaman = $R_n \times R_t$					
1	55%	51.34	69.46	82.35	99.72	113.45	127.83
2	14%	13.07	17.68	20.96	25.38	28.88	32.54
3	10%	9.34	12.63	14.97	18.13	20.63	23.24
4	8%	7.47	10.10	11.98	14.50	16.50	18.59
5	7%	6.53	8.84	10.48	12.69	14.44	16.27
6	6%	5.60	7.58	8.98	10.88	12.38	13.95

Pemodelan HEC-HMS untuk Analisis Debit Banjir

Selanjutnya untuk menganalisis besar kuantitas debit banjir kala ulang seperti dari hasil analisis frekuensi yang telah hitung sebelumnya dengan penentuan luas DASnya didelineasi menggunakan HEC-HMS. Luas DAS sungai Ake Toniku untuk titik lokasi terdampak banjir adalah 330.4 km². Untuk penetapan nilai CN diperoleh menggunakan aplikasi QGIS 3.34 Prizren untuk masing-masing subdas yang terdeteksi ditampilkan pada Gambar 6. Selanjutnya dihitung nilai rata-rata CN (Tabel 4). Hasil dari analisis debit banjir rencana menggunakan HEC-HMS dengan metode SCS Curve Number ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Curve Number rata-rata setiap subdas

Nama Subdas	Luas (km ²)	CN Komponen Rata-rata
Sb1	21.04	56.90
Sb2	38.68	59.32
Sb3	48.12	59.00
Sb4	43.31	56.23
Sb5	6.65	48.99



Gambar 5. Nilai Curve Number untuk masing-masing subdas

Tabel 5. Debit banjir rencana untuk tiap periode kala ulang

Kala Ulang (tahun)	2	5	10	25	50	100
Debit (m ³ /s)	50.5	105.8	152.9	223.9	284.9	352.6

Pemodelan HEC-RAS untuk Visualisasi Luas Genangan Banjir

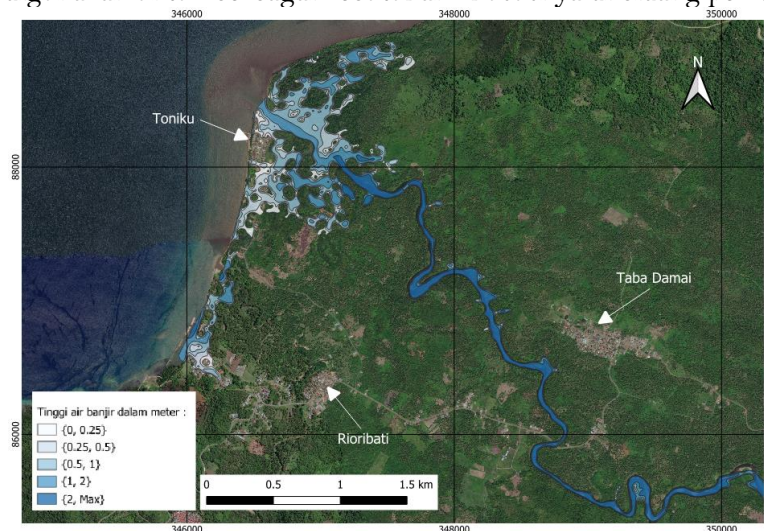
Selanjutnya untuk memvisualisasikan besaran luas genangan dan kedalaman genangan banjir yang diakibatkan oleh hujan dengan periode kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun dilakukan dengan bantuan HEC-RAS. Penentuan batas hulu menggunakan hidrograf banjir yang diperoleh dari HEC-HMS untuk tiap kala ulang dan penentuan batas hilir menggunakan pasang surut air laut. Hilir sungai Ake Toniku yang bermuara di laut menyebabkan tinggi muka air banjir yang terjadi mendapat pengaruh dari pasang surut air laut. Oleh karena itu data pasang surut diperlukan dalam pemodelan sebagai batas bagian hilir sungai. Data pasut diambil dari website <https://srgi.big.go.id/map/pasut-active#>. Digunakan nilai HAT (Highest Astronomical Tide) untuk batas hilir Sungai Ake Toniku sebagai tinggi muka air tetap sungai sebesar 0.89m.

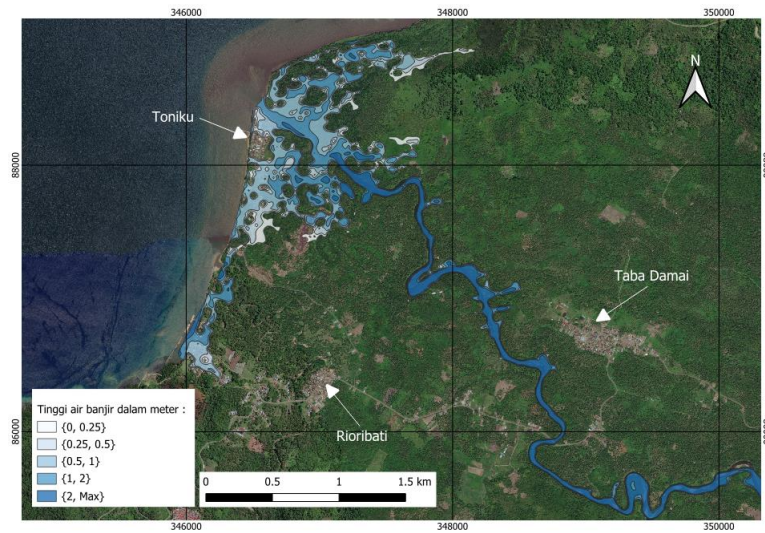
Hasil analisis menggunakan HEC-RAS menghasilkan peta genangan banjir di wilayah lima desa yang terdampak menggunakan pendekatan GIS untuk setiap kala ulang yang digunakan ditampilkan dalam Gambar 6 – 11. Sedangkan besar luas genangan banjir yang terjadi ditampilkan pada Tabel 6 untuk setiap kala ulangnya.

Hasil analisis pemodelan genangan banjir untuk kala ulang yang digunakan menggunakan HEC-RAS, memperlihatkan bahwa dampak banjir akibat luapan Sungai Ake Toniku terjadi untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 memiliki luasan masing-masing adalah 1.159 km², 1.474 km², 1.627 km², 1.92 km², 2.119 km², 2.36 km². Hasil pemodelan menunjukkan bahwa luas area akan meningkat dengan bertambahnya periode ulang yang digunakan [9]. Berdasarkan peta genangan banjir, desa yang terdampak paling parah adalah desa Toniku sedangkan untuk desa Taba Damai hanya sebagian kecil saja yang terdampak untuk banjir kala ulang 100 tahun. Untuk desa Rioribati pada pemodelan ini tidak terdampak sama sekali karena luapan banjir hanya dari sungai Ake Toniku saja. Kemungkinan desa ini terdampak banjir dari gabungan luapan sungai Kayasa dan Ake Toniku. Pada pemodelan ini tidak memperhitungkan luapan sungai Kayasa disebabkan karena data DEM yang digunakan tidak dapat mendeteksi alur sungai dengan benar sesuai kondisi eksisting di lapangan sehingga jika dipaksakan maka pemodelannya juga tidak akurat.

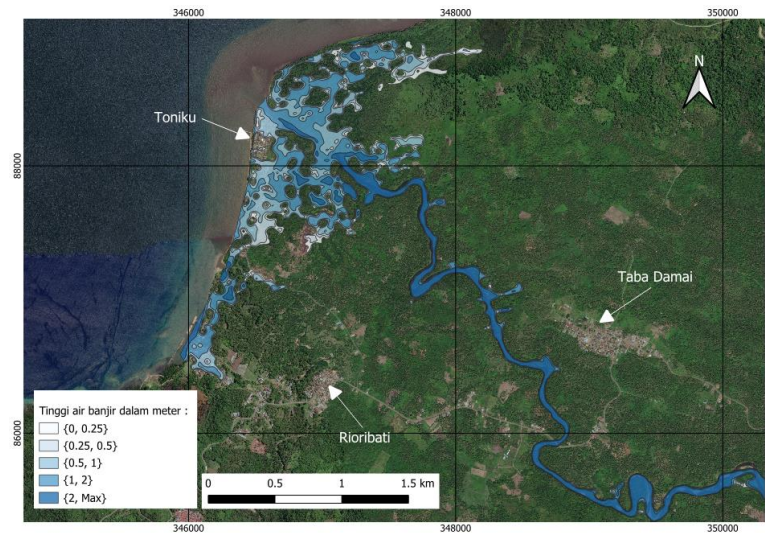
Untuk kasus ini diperlukan penggunaan topografi yang lebih akurat seperti LIDAR agar dapat mendeteksi baik kontur wilayah dan sungai sehingga untuk pemodelan yang lebih mendekati kenyataan.

LIDAR merupakan teknologi pemetaan dengan sinar laser yang digunakan untuk mendapatkan bentuk topografi bumi dengan ketelitian tinggi. Hasil dari akuisisi LIDAR sendiri adalah points cloud yang dapat dibentuk menjadi Digital Surface Model (DSM). Model DSM dapat diturunkan menjadi model Digital Terrain Model (DTM) yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan khususnya di bidang pemetaan [7].

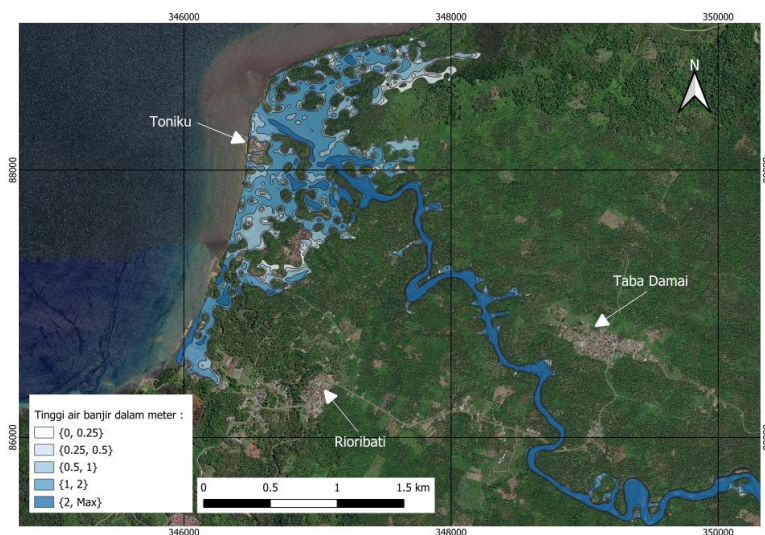
**Gambar 6.** Luas genangan banjir kala ulang 2 tahunan



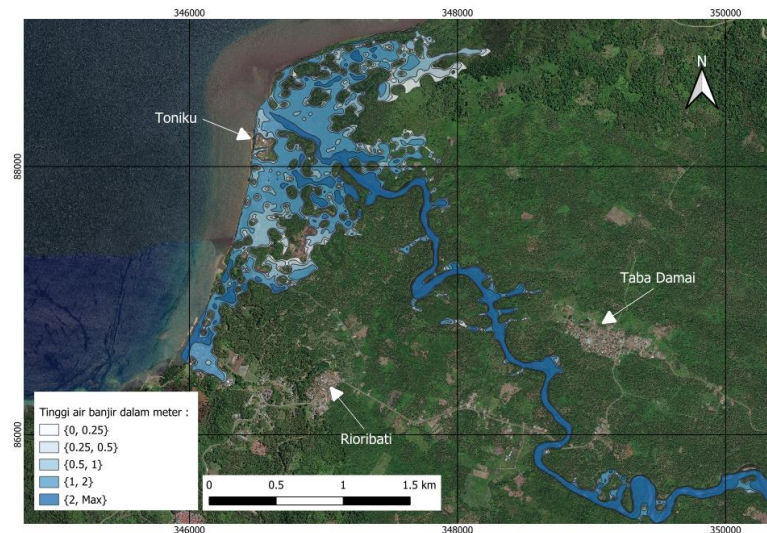
Gambar 7. Luas genangan banjir kala ulang 5 tahunan



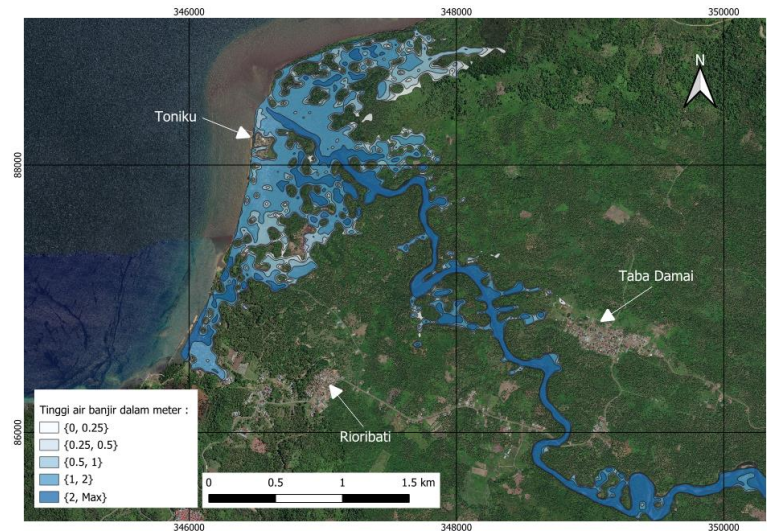
Gambar 8. Luas genangan banjir kala ulang 10 tahunan



Gambar 9. Luas genangan banjir kala ulang 20 tahunan



Gambar 10. Luas genangan banjir kala ulang 50 tahunan



Gambar 11. Luas genangan banjir kala ulang 100 tahunan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisa yang telah dilakukan, dimana dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Besar debit banjir rencana sungai Ake Toniku untuk setiap tahun kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 masing-masing adalah 50.5 m³/detik, 105.8 m³/detik, 152.9 m³/detik, 223.9 m³/detik, 284.9 m³/detik, dan 352.6 m³/detik.
- 2) Besar luasan genangan banjir akibat luapan air Sungai Ake Toniku untuk setiap tahun kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 masing-masing adalah 1.159 km², 1.474 km², 1.627 km², 1.92 km², 2.119 km², 2.36 km².
- 3) Berdasarkan peta genangan bajir, desa yang terdampak paling parah adala desa Toniku sedangkan untuk desa Taba Damai hanya sebagian kecil saja yang terdampak untuk banjir kala ulang 100 tahun. Untuk desa Rioribati pada pemodelan ini tidak terdampak sama sekali karena luapan banjir hanya dari sungai Ake Toniku saja

References

- [1] Badan Pusat Statistik (2024), Kecamatan Jailolo Selatan dalam Angka, Vol. 13, BPS Kabupaten Halmahera Barat. Jailolo.
- [2] BMKG dataonline (2024) [online]. Available: <https://dataonline.bmkg.go.id/dataonline-home>
- [3] HEC-HMS (2024) [online] Available: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>

- [4] HEC-RAS (2024) [online] Available: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>
- [5] HEC-SSP (2024) [online] Available: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ssp/>
- [6] Hicks, F.E. dan Peacock ,T. (2005) "Suitability of HEC RAS for flood forecasting", Canadian Water Resources Journal, 30:159174.
- [7] Manullang, S., dkk. (2019)," Analisis Spasial Terhadap Tingkat Kerawanan Banjir Kawasan Sungai Bringin Menggunakan Metode Kombinasi Lidar Dan SIG", Jurnal Geodesi Undip, Vol. 8, No. 1, Hal. 218-227.
- [8] M. Baitullah Al Amin, Mona F. Toyfur, Widya Fransiska AF, dan Ayu Marlina, 2020. "Delineasi DAS dan Elemen Model Hidrologi Menggunakan HEC-HMS versi 4.4", Cantilever : Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil, vol 9, no. 1, hal: 37-38.
- [9] Muin, S. F., Boer, R., dan Suhartono, Y. (2015),"Pemodelan Banjir dan Analisis Kerugian Akibat Bencana Banjir di DAS Citarum Hulu", Jurnal Tanah dan Iklim, Vol. 39, No. 2, pp. 75-84.
- [10] Pratiwi, Z. N. dan Santosa P. B. (2021). "Pemodelan dan Visualisasi Genangan Banjir untuk Mitigasi Bencana di Kali Kasin, Kelurahan Bareng, Kota Malang", Journal of Geospatial Information Science and Engineering, Vol. 4 No. 1 (2021), pp. 56 – 64.
- [11] Priambodo, Y. A. dan Kamis, M. (2020), "Delineasi Das Sungai Penyebab Banjir di Kelurahan Rua Kecamatan Pulau Ternate Kota Ternate Menggunakan HEC-HMS", Jurnal BIOSAINSTEK, Vol. 4, No. 2, Hal. 34-41.
- [12] QGIS User Guide (2024) [online] Available: https://docs.qgis.org/3.34/en/docs/user_manual/index.html
- [13] Radio Republik Indonesia (2025) [online]. Available:https://www.rri.co.id/ternate/daerah/1410261/banjir-di-jailolo-selatan-bpbd-malut-lakukan-tanggap-darurat?utm_source=chatgpt.com
- [14] Sistem Referensi Geospasial Indonesia (2025) [online] Available: <https://srgi.big.go.id/map/pasut-active#>
- [15] Suripin, (2004), "Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [16] Tanahair Indonesia, Demnas. (2025) [online] Available: <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/login>