



Pemodelan Banjir Akibat Aliran Sungai Way Apu di Desa Waenetat Kecamatan Waeapo Kabupaten Buru Provinsi Maluku

Marlina Kamis¹ dan Yudit Agus Priambodo ^{1✉}

¹ Staf pengajar di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Maluku Utara, Ternate, Ternate, Indonesia.

Email : marlinakamis@gmail.com; sipilummu.yudit@gmail.com

Info Artikel :	<input checked="" type="checkbox"/> Artikel Penelitian	<input type="checkbox"/> Artikel Pengabdian	<input type="checkbox"/> Riview Artikel
Diterima : 26 Jan. 2024, Ditetujui : 24 Juni 2024, Publikasi On-Line : 27 Juni 2024			

Vol.	No.
4	1
Hal 1 - 9	

Peer-Reviewed

Keyword :
 Pemodelan, Banjir, Way Apu

Koresponden Author :

Yudit Agus Priambodo

Email :
sipilummu.yudit@gmail.com
 Univ. Muhammadiyah
 Maluku Utara, Ternate,
 Indonesia

Abstrak

Di wilayah Provinsi Maluku khususnya pada Kabupaten Buru terdapat Sungai Way Apu yang merupakan salah satu sungai terbesar yang berada di Kabupaten tersebut yang sering banjir dan meluap menggenangi pemukiman serta sawah-sawah milik warga kecamatan Waeapo yang tinggal disekitar bantaran sungai. Tujuan penelitian ini adalah melakukan pemodelan banjir yang disebabkan oleh luapan sungai Way Apu khususnya di Waenetat Kecamatan Waeapo Kabupaten Buru Provinsi Maluku serta melihat cakupan wilayah genangan banjir. Metode pemodelan banjir menggunakan pendekatan hidrolika dalam mensimulasikan debit air pada sungai menggunakan software HEC-HMS, serta melakukan visualisasi daerah genangan banjir serta area terdampak banjir menggunakan pendekatan GIS dengan software HEC-RAS. Besar debit banjir yang didapat berdasarkan analisa Hidrologi menggunakan HEC-HMS untuk kala ulang Q5th, Q10th, Q25th pada titik kontrol di Desa Waenetat masing-masing sebesar 570.3m³/s, 644.4m³/s, 705.5m³/s. Pemodelan genangan banjir menggunakan HEC-RAS berdasarkan banjir kala ulang Q5th, Q10th, Q25th memperlihatkan bahwa dampak banjir akibat luapan Sungai Way Apu sangat luas. Hal ini disebabkan luas DAS Sungai pada titik kontrol desa Waenetat yang sangat luas yaitu 1663.05km². Oleh karena itu diperlukan tanggul sungai untuk melindungi pemukiman dari luapan air sungai.



Copyright© 2024. Marlina Kamis, Yudit Agus Priambodo

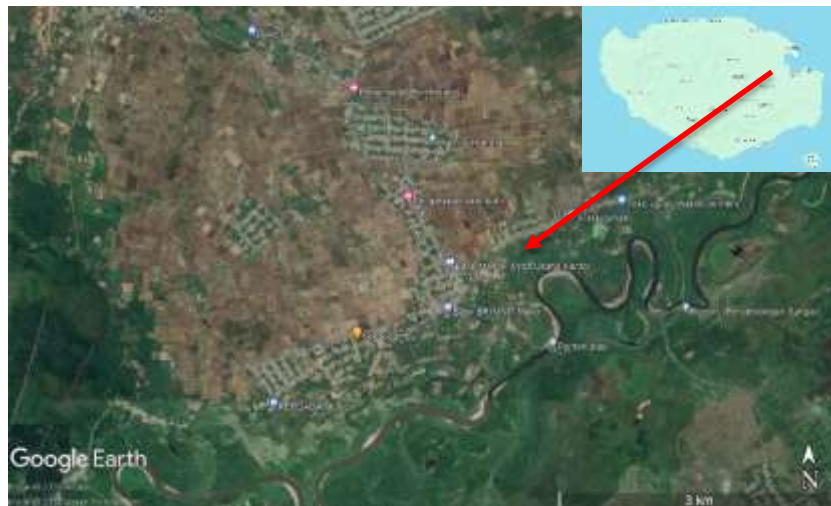
I. PENDAHULUAN

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. Di wilayah Provinsi Maluku khususnya pada Kabupaten Buru terdapat Sungai Way Apu yang merupakan salah satu sungai terbesar yang berada di Kabupaten tersebut yang sering banjir dan meluap menggenangi pemukiman serta sawah-sawah milik warga kecamatan Waeapo yang tinggal disekitar bantaran sungai.

Sungai Way Apu terletak di DAS Way Apu dengan luas DAS sebesar 1.770 Km². Muara Sungai Way Apu terletak di Teluk Kayeli. Panjang Sungai Way Apu sekitar 36 km. Berdasarkan kondisi topografi daerah Sungai Way Apu termasuk dataran rendah yang berpotensi sebagai daerah limpasan. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa daerah Sungai Way Apu memang merupakan daerah berpotensi terjadi banjir. Hal tersebut didukung dengan adanya kerusakan

hutan di sekitar Sungai Way Apu. Di sekitar Sungai Way Apu merupakan hutan produksi dan hutan produksi konservasi. UNISDR (United Nations Secretariat for International Strategy for Disaster Reduction) menyatakan dalam laporan akhir tahun 2014 mengenai kebijaksanaan pencegahan dalam perlindungan bencana alam di Indonesia sangat lemah dalam konsep penurunan resiko banjir. Oleh karena itu perlu ada upaya pengurangan resiko bencana. Salah satu upaya untuk menanggulangi permasalahan tersebut adalah melalui manajemen bencana yang baik, termasuk di dalamnya adalah penyajian peta maupun pemodelan yang memuat wilayah terdampak banjir.

Permasalahan lainnya di daerah ini selain luapan Sungai Way Apu ialah gerusan sungai. Pada Desa Waetina kurang lebih 100 Ha lahan hilang akibat gerusan sungai. Kondisi saat ini, gerusannya mengancam area makam. Pada tahun 2018 jarak sungai-makam > 100 meter namun sekarang sudah berkurang. Di desa ini area pertanian mulai tidak diolah dikarenakan selalu terdampak banjir. Dalam mengelola bencana banjir yang efektif dan efisien diperlukan pengetahuan tentang bahaya dan risiko yang ada di daerah aliran sungai. Informasi bahaya dan risiko banjir yang dibutuhkan antara lain tipe banjir, kemungkinan kejadian banjir, luas genangan banjir, kedalaman dan kecepatan banjir, serta tingkat kerusakan (EXIMAP, 2007).



Gambar 1. Peta lokasi Desa Waenetat



Gambar 2. Luapan banjir pada sungai Way Apu



Gambar 3. Gerusan sungai Way Apu di Desa Waetina

Untukantisipasi 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 Hicks, F.E. dan Peacock, T. 2005, 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 Way Apu khususnya di Waenetat Kecamatan Waeapo Kabupaten Buru Provinsi Maluku 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.

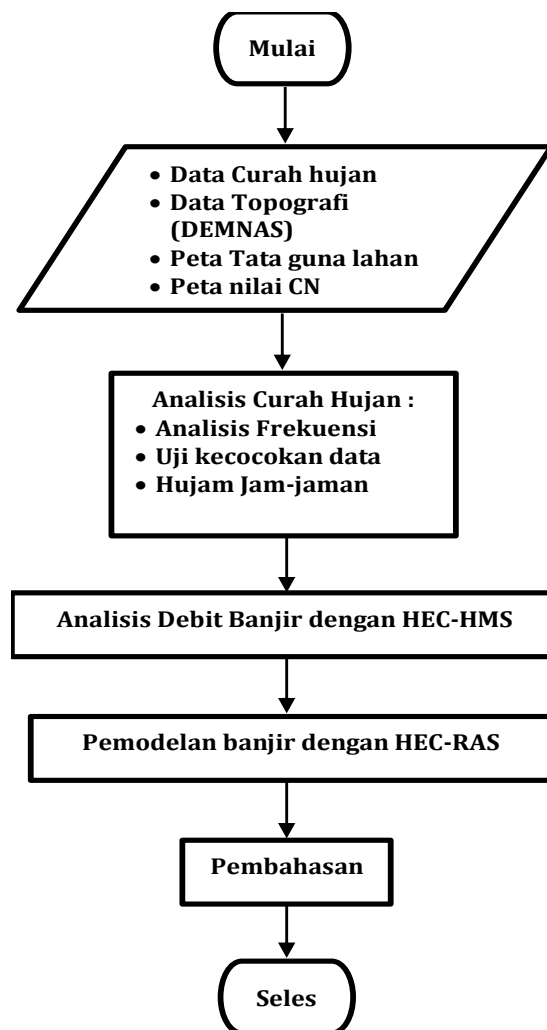
II. METODE PENELITIAN

Prosedur penelitian ini dilakukan dengan menggunakan analisa probabilitas frekuensi untuk mengetahui besaran debit kala ulang (T) tahun yang kemudian dilakukan pengujian analisa frekuensi yang dilakukan untuk mengetahui apakah persamaan probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis atau tidak. Hasil analisis tersebut sebagai data input dalam analisa debit banjir kala ulang (T) tahun dan visualisasi genangan dalam program masing-masing HEC-HMS dan HEC-RAS. Adapun tahapan penelitiannya yaitu sebagai berikut :

1. Penentuan hujan maksimum tahunan DAS. Data hujan yang digunakan adalah data dari tahun 2014 sampai dengan 2023 yang berasal dari situs resmi Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dengan alamat website <http://dataonline.bmkg.go.id/home>, pada Stasiun Meteorologi Namlea yang terdapat di Kabupaten Buru Provinsi Maluku.
2. Penentuan debit banjir rancangan.
Untuk penentuan debit banjir rancangan langkah-langkah yang dilakukan ialah:
 - a. Menentukan hujan rancangan DAS masing-masing kala ulang dengan menggunakan analisis frekuensi antara lain metode Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Person type III (Soemarto, C.D. 1995).
 - b. Menentukan sampel analisis frekuensi yang dipakai dengan metode uji probabilitas Chi-Square dan Smirnov Kolmogorov.
 - c. Menentukan Hujan Jam-jaman untuk masing masing hujan rencana periode kala ulang menggunakan metode Mononobe dengan waktu konsentrasi 6 jam (Suripin, 2004).

- d. Menentukan jenis tataguna lahan lokasi penelitian yang diambil dari website <https://livingatlas.arcgis.com/landcoverexplorer> untuk Pulau Buru.
 - e. Data topografi berupa DEM diambil website <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/>.
 - f. Penentuan nilai Curve Number untuk kebutuhan analisis diperoleh dari website <https://jaafarhadi.users.earthengine.app/view/hydrologic-curve-number#GEE>.
 - g. Menentukan delineasi DAS sungai Samada menggunakan perangkat HEC-HMS. Hasil delineasi DAS dari perangkat 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 dibutuhkan (Agus Priambodo, Y., & Kamis, M, 2020).
 - h. Selanjutnya analisis debit banjir dengan HEC-HMS menggunakan metode SCS Curve Number.
3. Pemodelan genangan banjir sungai Samada dengan HEC-RAS.
- a. Menyiapkan data debit banjir hasil analisis menggunakan HEC-HMS yang selanjutnya diinput sebagai data debit banjir pada HEC-RAS.
 - b. Menggunakan HEC-RAS untuk memodelkan banjir dengan batas hulu hidrograf banjir dan batas hilir adalah HHWL.

Bagan alur penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4. Bagan alir tahapan penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Awal

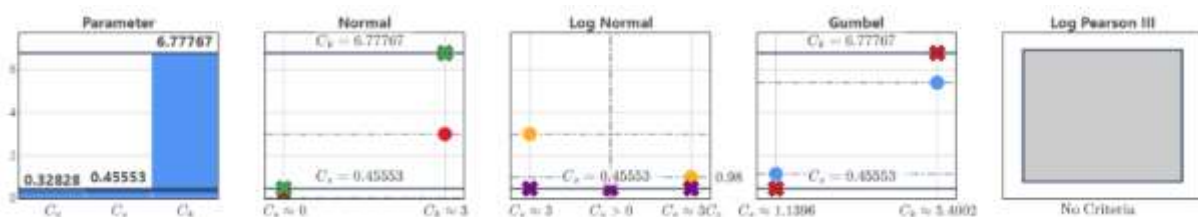
Data curah hujan yang digunakan dalam analisis ini yaitu data curah hujan harian maksimum dengan periode pencatatan tahun 2014 sampai dengan tahun 2023 yang disajikan pada Tabel 1. Stasiun pengamatan yang digunakan adalah Stasiun Meteorologi Namlea. Untuk data DEM dan tutupan lahan semua diambil dari website yang dijelaskan pada bab II.

3.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan

Untuk analisis distribusi dan frekuensi curah hujan pada penelitian ini digunakan aplikasi berbasis website yaitu dari fiakodev (<https://fiako-anfrek.herokuapp.com/>). Pada Gambar 5 ditampilkan hasil parameter dari beberapa jenis distribusi yang digunakan seperti distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson III. Berikutnya ditampilkan hasil analisis curah hujan untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 untuk semua jenis distribusi pada Tabel 2. Uji kecocokan data dengan metode Chi Square dan Smirnov Kolmogorov juga dilakukan dan ditampilkan pada Gambar 6. Berdasarkan parameter dan hasil pengujian distribusi probabilitas diatas, dimana dapat dilihat untuk metode analisis frekuensi yang dapat digunakan dan mewakili distribusi statistik yaitu adalah metode Log Pearson Type III sehingga curah hujan rencana yang digunakan adalah hasil dari metode tersebut..

Tabel 1 Data Hujan Harian Maksimum

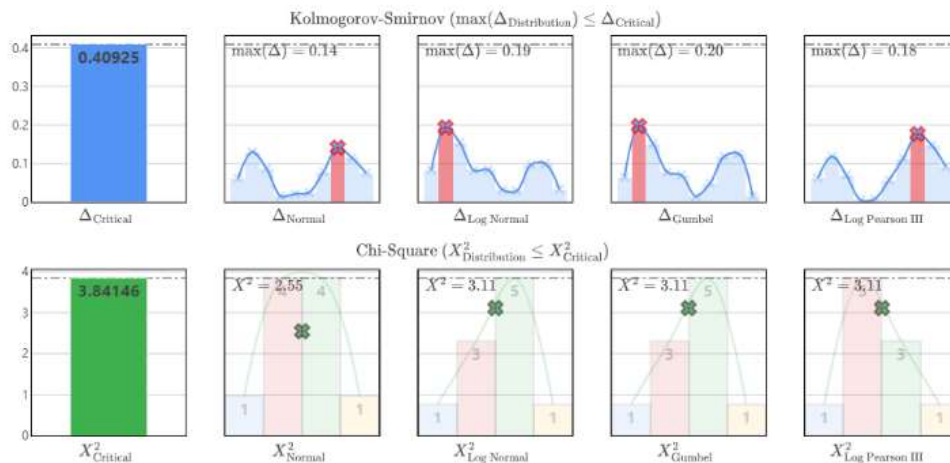
Tahun	Tinggi Hujan (mm)
2014	179
2015	112.4
2016	106.7
2017	109.9
2018	92.5
2019	40.1
2020	123.3
2021	94.2
2022	88
2023	102.8



Gambar 5. Analisa parameter pada jenis-jenis distribusi

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

Kala Ulang	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III
2	104.89	99.16	100.22	107.77
5	133.87	136.05	141.32	135.66
10	149.09	160.51	168.53	147
25	165.17	191.44	202.91	156.22
50	175.61	214.54	228.41	160.68
100	185	237.68	253.73	163.77



Gambar 6. Hasil uji kecocokan data metode Chi Square dan Smirnov Kolmogorov

3.3. Hujan Netto Jam-jaman

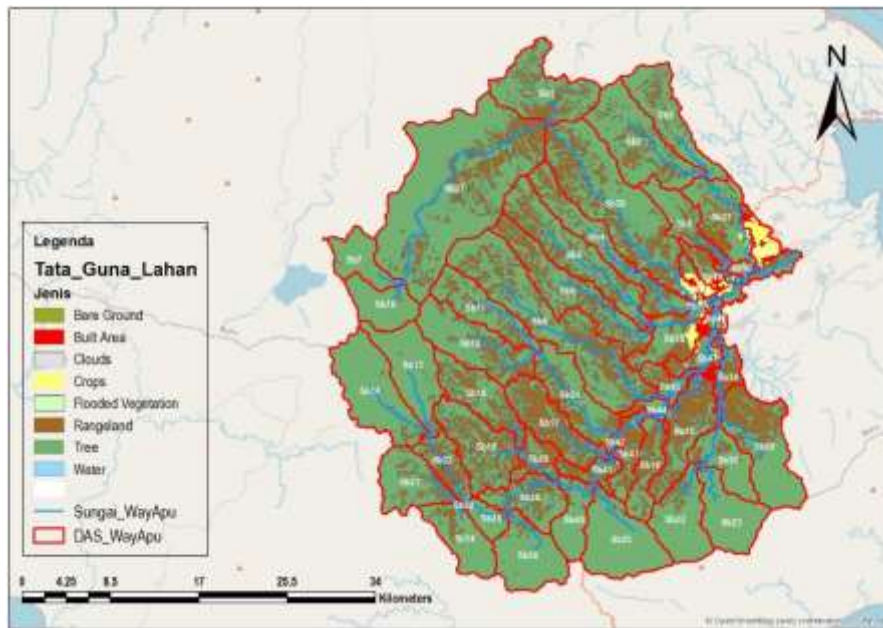
Untuk mengetahui curah hujan netto jam-jaman yang diperoleh dari besaran curah hujan rencana (Rn) periode ulang T (tahun) dari hasil analisa frekuensi. Periode ulang yang digunakan adalah 5, 10, dan 25 tahun. Hal tersebut sesuai dengan KP 04 (2013) tentang elevasi tinggi tanggul sungai didasarkan pada tinggi banjir dengan periode ulang 5 sampai 25 tahun. Curah hujan netto 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 5, 10, 25 tahun

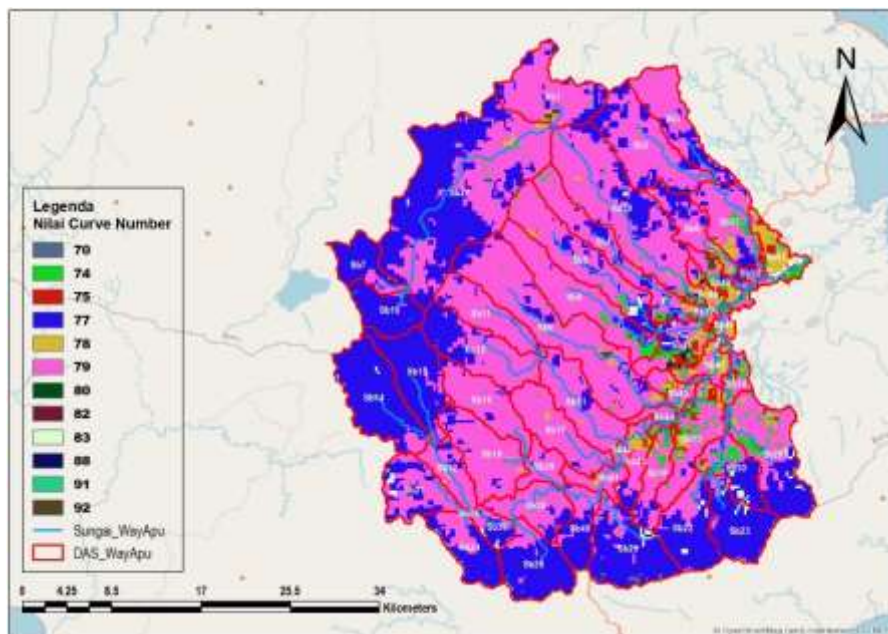
t	Rt	Hujan Netto (Rn, mm) dengan Kala Ulang (Tahun)		
		5	10	25
		135.66	147	156.22
(Jam)	(%)	Hujan Netto Jam-jaman = Rn x Rt		
1	55%	74.67	80.90	85.97
2	14%	19.41	21.03	22.35
3	10%	13.61	14.75	15.68
4	8%	10.84	11.74	12.48
5	7%	9.15	9.92	10.54
6	6%	7.99	8.67	9.21

3.4. Pemodelan HEC-HMS untuk Analisis Debit Banjir

Selanjutnya untuk menganalisis besar kuantitas debit banjir kala ulang seperti dari hasil analisis frekuensi yang telah dianalisa sebelumnya, penentuan luas DASnya didelineasi menggunakan HEC-HMS. Luas DAS sungai Way Apu untuk titik acuan Desa Waenetat adalah 1663.05km². Untuk penetapan tata guna lahan pada DAS yang terdeteksi di ditampilkan pada Gambar 7. Nilai CN Number diperoleh dari website <https://jaafarhadi.users.earthengine.app/view/hydrologic-curve-number#GEE> untuk masing-masing subdas yang terdeteksi ditampilkan pada Gambar 8. Hasil dari analisis debit banjir rencana menggunakan HEC-HMS menggunakan metode SCS Curve Number ditampilkan pada Tabel 4.



Gambar 7. Peta tata guna lahan pada titik kontrol DAS sungai Way Apu



Gambar 8. Peta nilai Curve Number pada titik kontrol DAS sungai Way Apu

Tabel 4. Debit banjir rencana untuk tiap periode kala ulang

Kala Ulang (tahun)	5	10	25
Debit (m³/s)	570.3	644.4	705.5

3.5. 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 Q5th, Q10th, Q25th dilakukan dengan bantuan HEC-RAS. Hasil dari pemodelan banjir menggunakan HEC-RAS di ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Luas genangan banjir 5 tahunan



Gambar 10. Luas genangan banjir 10 tahunan



Gambar 11. Luas genangan banjir 25 tahunan

Hasil analisis pemodelan genangan banjir untuk kala ulang 5-25 tahunan menggunakan HEC-RAS, memperlihatkan bahwa dampak banjir akibat luapan Sungai Way Apu sangat luas. Hal ini disebabkan luas DAS Sungai yang lebih dari seribu kilometer persegi.

Di bagian hulu sungai, pemerintah telah membangun bendungan yang direncanakan selesai pada tahun 2024. Dengan dibangunnya bendungan tersebut diharapkan mengurangi debit air yang akan mengalir di desa Waenetat. Sehingga perlu analisis hidrolika lebih lanjut akibat dampak dari adanya bendungan di bagian hulu sungai. Jika debit air masih terlalu besar maka diperlukan pembangunan tanggul sungai untuk melindungi pemukiman yang ada.

Karena dalam penelitian ini data topografinya menggunakan data dari DEMNAS dengan tingkat akurasi yang rendah maka perlu diambil data topografi yang lebih akurat yaitu hasil pengukuran menggunakan alat ukur seperti total station sehingga hasil pemodelan juga lebih akurat dalam tindakan selanjutnya untuk desain bangunan tanggul sungai dan juga jembatan.

IV. PENUTUP

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

1. Besar debit banjir yang didapat berdasarkan analisa Hidrologi menggunakan HEC-HMS (Hydrologic Modeling System) untuk kala ulang Q5 tahunan, Q10 tahunan, dan Q25 tahunan pada titik kontrol di Desa Waenetat masing-masing sebesar 570.3m³/s, 644.4m³/s, 705.5m³/s.
2. Hasil pemodelan genangan banjir menggunakan HEC-RAS (River Analysis System) berdasarkan banjir kala ulang Q5th, Q10th, Q25th memperlihatkan bahwa dampak banjir akibat luapan Sungai Way Apu sangat luas. Hal ini disebabkan luas DAS Sungai yang sangat luas yaitu 1663.05km². oleh karena itu diperlukan tanggul sungai untuk melindungi pemukiman dari luapan air sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Priambodo, Y., & 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.
- European Exchange Circle On Flood Mapping (EXIMAP). 2007. Handbook on good practices for flood mapping in Europe.
- Fiako-anfrek (2023) [online]. Available: <https://fiako-anfrek.herokuapp.com/>
- GCN250m: Global Hydrologic Curve Number Explorer (2023) [online]. Available: <https://jaafarhadi.users.earthengine.app/view/hydrologic-curve-number#GEE>
- Hicks, F.E. dan Peacock ,T. 2005. Suitability of HEC RAS for flood forecasting, Canadian Water Resources Journal, 30:159174.
- Konservasi DAS Universitas Gadjah Mada (2023) [online]. Available: <https://konservasidas.fkt.ugm.ac.id/2018/05/11/das-di-wilayah-maluku/>
- KP-04, 2013. "Standar Perencanaan Irigasi", Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Jakarta.
- 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.
- Soemarto, C.D. 1995. "Hidrologi Teknik", Edisi ke 2, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Suripin, 2004. "Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Tanahair Indonesia (2023) Demnas. [online]. Available: <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/login>
- US Army Corps of Engineers, & Hydrologic Engineering Center, 2022, HEC-RAS River Analysis System HEC-RAS User's Manual.