

Pemodelan Banjir Desa Wayaua Kecamatan Bacan Timur Selatan Kabupaten Halmahera Selatan

Marlina Kamis¹ dan Yudit Agus Priambodo^{2✉}

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

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

✉ Korespondensi : Yudit Agus Priambodo, Universitas Muhammadiyah Maluku Utara, Ternate, Indonesia,
 Email : sipilummu.yudit@gmail.com

Info Artikel :	<input checked="" type="checkbox"/> Artikel Penelitian	<input type="checkbox"/> Artikel Pengabdian	<input type="checkbox"/> Riview Artikel
*Diterima : 1 Juni 2023	*Disetujui : 24 Juli 2023	*Publikasi On-Line : 24 Juli 2023	

Abstrak

Bencana banjir yang terjadi di Desa Wayaua Kecamatan Bacan Timur Selatan Kabupaten Halmahera Selatan pada 03 Oktober 2021 meredam ratusan rumah yang diakibatkan curah hujan yang tinggi sehingga air sungai meluap. Dan tanggal 30 Agustus 2022 terjadi lagi banjir yang sama menggenangi rumah warga. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah melakukan pemodelan banjir yang disebabkan oleh luapan sungai di desa Wayaua serta melihat cakupan wilayah genangan banjir. Desa Wayaua termasuk desa di pesisir pantai dengan luas wilayah 98.5 km². 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 dengan interaksi pasang surut air laut. Besar debit banjir yang didapat berdasarkan analisa hidrologi pada Software HEC-HMS untuk kala ulang Q2th, Q5th, Q10th, Q25th, Q50th, Q100th masing-masing sebesar 25.9m³/s, 42.4m³/s, 53.2m³/s, 66.6m³/s, 77.3m³/s, 87.8m³/s. Sedangkan luas genangan banjir yang didapat dari hasil pemodelan banjir pada Software HEC-RAS berdasarkan banjir kala ulang Q2th, Q5th, Q10th, Q25th, Q50th, Q100th masing-masing adalah 9.33 hektar, 9.88 hektar, 10.33 hektar, 10.72 hektar, 11.14 hektar, 11.65 hektar.

Keyword: Pemodelan, banjir, Wayaua, HEC-RAS.

I. PENDAHULUAN

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 Pratiwi, Z. N., & Santosa, P. B., 2021, penataan ruang semakin dianggap sebagai mekanisme penting dalam menghadapi risiko banjir.

Bencana banjir salah satunya terjadi di Desa Wayaua Kecamatan Bacan Timur Selatan Kabupaten Halmahera Selatan seperti yang dimuat dalam media online Haliyora. Pada 03 Oktober 2021, terjadi banjir bandang yang meredam ratusan rumah yang diakibatkan curah hujan yang tinggi sehingga air sungai meluap. Dan tanggal 30 Agustus 2022 terjadi lagi banjir yang menggenangi rumah warga seperti yang dimuat media online Jaretnews. Desa Wayaua termasuk desa di pesisir pantai dengan luas wilayah 98.5 km² (BPS, 2022).

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.



Gambar 1. Peta lokasi Desa Wayaua



Gambar 2. Banjir bandang Desa Wayaua pada 03 Oktober 2021



Gambar 3. Pemukiman yang tergenang banjir pada 30 Agustus 2022

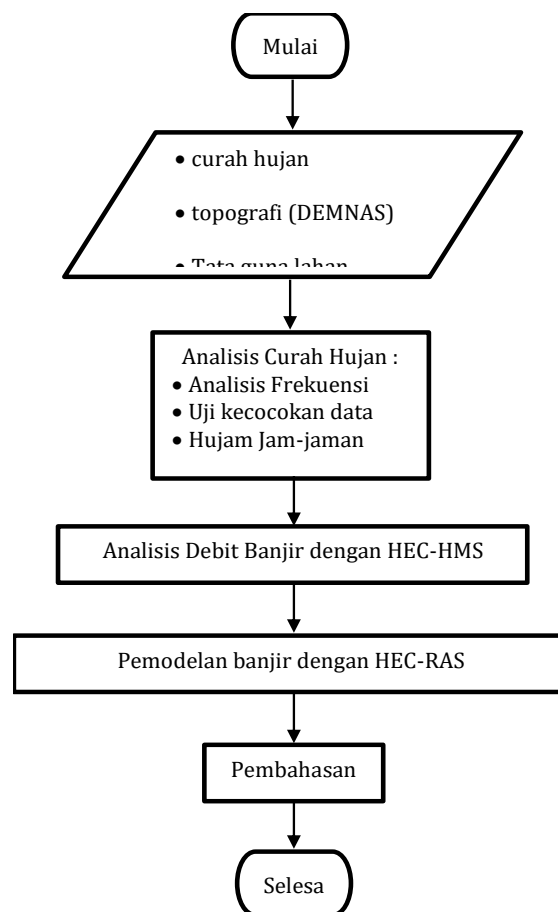
Tujuan penelitian ini adalah melakukan pemodelan banjir yang disebabkan oleh luapan sungai di Desa Wayaua Kecamatan Bacan Timur Selatan Kabupaten Halmahera Selatan serta melihat cakupan wilayah genangan banjir. Manfaatnya adalah sebagai langkah mitigasi bencana banjir yang terjadi sehingga dapat dilakukan 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 :

- Penentuan hujan maksimum tahunan DAS. Data hujan yang digunakan adalah data dari tahun 2013 sampai dengan 2022 yang berasal dari Stasiun Meteorologi Oesman Sadik.
- Penentuan debit banjir rancangan, untuk penentuan debit banjir rancangan langkah-langkah yang dilakukan ialah:

1. Menentukan hujan rancangan DAS masing-masing kala ulang dengan menggunakan analisis frekuensi antara lain metode Gumbel, Normal, Log Norma, dan Log Person type III (Soemarto, C.D. 1995);
 2. Menentukan sampel analisis frekuensi yang dipakai dengan metode uji probabilitas Chi-Square dan Smirnov Kolmogorov;
 3. Menentukan Hujan Jam-jaman untuk masing masing hujan rencana periode kala ulang menggunakan metode Mononobe dengan waktu konsentrasi 6 jam (Suripin, 2004);
 4. Menentukan jenis tataguna lahan lokasi penelitian yang diambil dari website Indonesia Geospasial (2021) Shapefile;
 5. Data topografi berupa DEM diambil website tanahair.indonesia.go.id;
 6. Menentukan delineasi DAS sungai Opyang menggunakan perangkat HEC-HMS. Karena menurut M. Baitullah Al Amin, dkk, 2020, 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. 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).
 7. Selanjutnya analisis debit banjir dengan HEC-HMS menggunakan metode SCS Curve Number.
- c. Pemodelan genangan banjir desa Wayaua dengan HEC-RAS.
1. Menyiapkan data pasang surut air laut yang diambil secara online pada alamat <https://srgi.big.go.id/tides/bbng> untuk rentang waktu satu bulan.
 2. Mengolah data pasang surut dengan aplikasi PasutUGM yang diambil seraca online pada alamat <https://istiarto.staff.ugm.ac.id/index.php/2015/10/program-aplikasi-pasang-surut/> sehingga diperoleh HHWL.
 3. Menggunakan HEC-RAS untuk memodelkan banjir dengan batas hulu hidrograf banjir dan batas hilir adalah HHWL.
- Bagan alur penelitian ini dapat Pada Gambar 4.



Gambar 4. Bagan alir tahapan penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Awal

Data curah hujan yang digunakan dalam analisis ini yaitu data curah hujan harian maksimum dengan periode pencatatan tahun 2013 sampai dengan tahun 2022 yang disajikan pada Tabel 1. Stasiun pengamatan yang digunakan adalah Stasiun Meteorologi Oesman Sadik. Untuk data DEM dan tutupan lahan semua diambil dari website yang dijelaskan pada bab II.

Analisa Frekuensi Curah Hujan

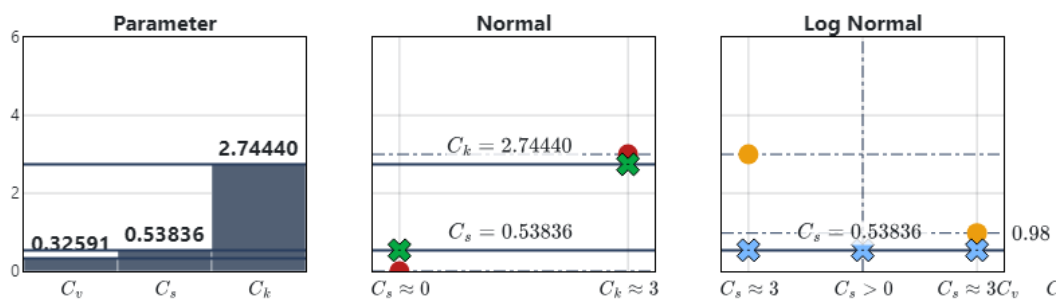
Untuk analisis distribusi dan frekuensi curah hujan pada penelitian ini digunakan aplikasi berbasis website yaitu dari fiakodev (<https://fiako-anfrek.herokuapp.com/>). Pada Gambar 5 ditampilkan parameter statistik yang diperoleh dan pada Gambar 6 ditampilkan hasil parameter dari beberapa jenis distribusi 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 7. Berdasarkan dari hasil pengujian distribusi probabilitas diatas, dimana dapat dilihat untuk metode analisis frekuensi yang dapat digunakan dan mewakili distribusi statistik yaitu adalah metode normal dan Log Pearson Type III sehingga curah hujan rencana yang digunakan adalah rata-rata dari kedua metode tersebut.

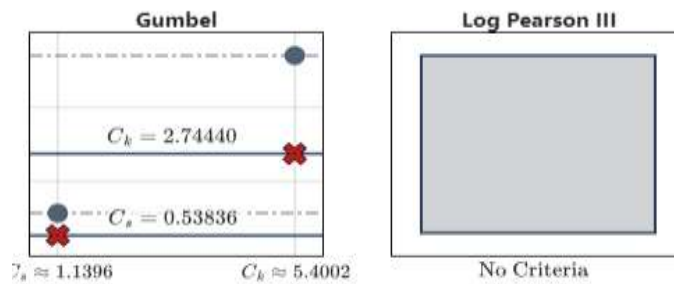
Tabel 1. Data Hujan Harian Maksimum

Tahun	Tinggi Hujan (mm)
2012	68.8
2013	103.2
2014	71.6
2015	149.5
2016	155.4
2017	84.6
2018	134.2
2019	83.6
2020	66.9
2021	111.4



Gambar 5. Parameter statistik yang diperoleh

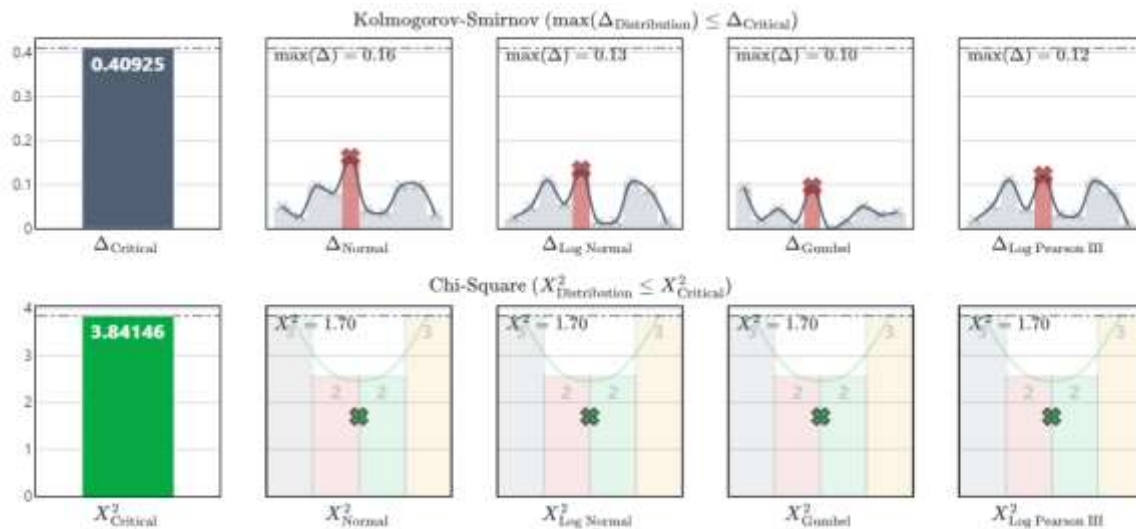




Gambar 6. Analisa parameter pada jenis-jenis distribusi

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

Kala Ulang	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III
2	102.92	98.22	98.37	96.85
5	131.10	128.57	138.41	128.01
10	145.85	148.05	164.91	149.30
25	160.22	169.85	198.40	177.03
50	171.68	189.51	223.24	198.32
100	181.07	207.31	247.90	220.15



Gambar 7. Hasil uji kecocokan data metode Chi Square dan Smirnov Kolmogorov

Analisis Hujan Netto (Rn)

Analisa hujan netto (Rn) dimaksudkan untuk mengetahui curah hujan efektif jam-jaman yang diperoleh dari besaran curah hujan rencana periode ulang T (tahun) dari hasil analisa frekuensi. Berikut adalah analisa hujan netto (Rn) untuk tiap periode kala ulang T (tahun) :

Tabel 3. Hujan netto periode kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun dalam satuan mm

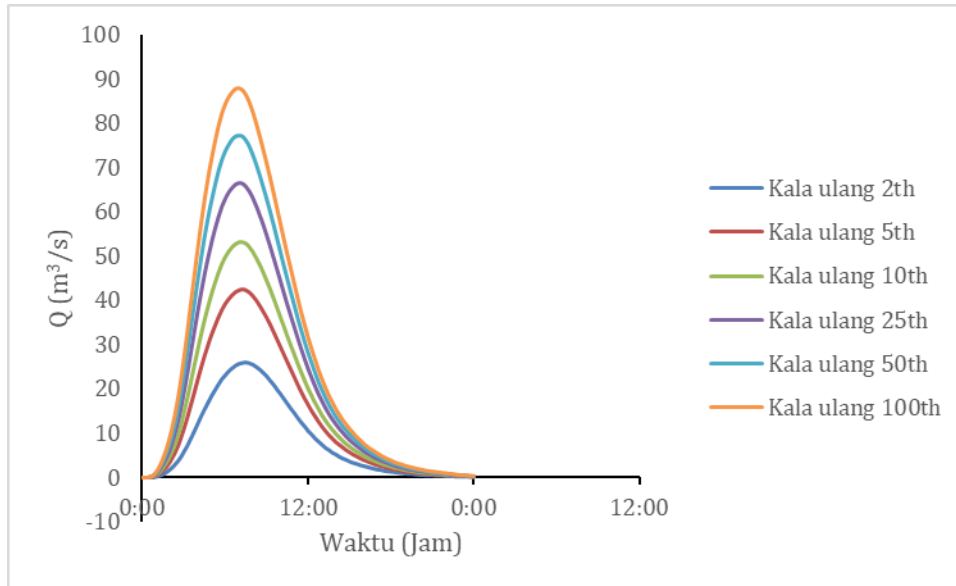
t	Rt	Hujan Netto (Rn, mm) dengan Kala Ulang (Tahun)					
		2	5	10	25	50	100
		99.89	129.55	147.57	168.63	185.00	200.61
(Jam)	(%)	Hujan Netto Jam-jaman = Rn x Rt					
1	55%	54.97	71.29	81.21	92.80	101.81	110.40
2	14%	14.29	18.53	21.11	24.12	26.46	28.70
3	10%	10.02	13.00	14.81	16.92	18.56	20.13
4	8%	7.98	10.35	11.79	13.47	14.78	16.02
5	7%	6.74	8.74	9.95	11.37	12.48	13.53
6	6%	5.89	7.64	8.70	9.94	10.91	11.83

Debit banjir

Selanjutnya untuk meng-analisis besar kuantitas debit banjir kala ulang seperti dari hasil analisis frekuensi yang telah dianalisa sebelumnya, dimana hasil dari simulasi hidrologi pada DAS sungai di desa Wayaua akan dapat dilihat dalam bentuk hidrograf yang dihasilkan oleh HEC-HMS. Berikut adalah hasil dari pemodelan HEC-HMS pada Tabel 4 dan Gambar 8.

Tabel 4. Debit banjir rencana untuk tiap periode kala ulang

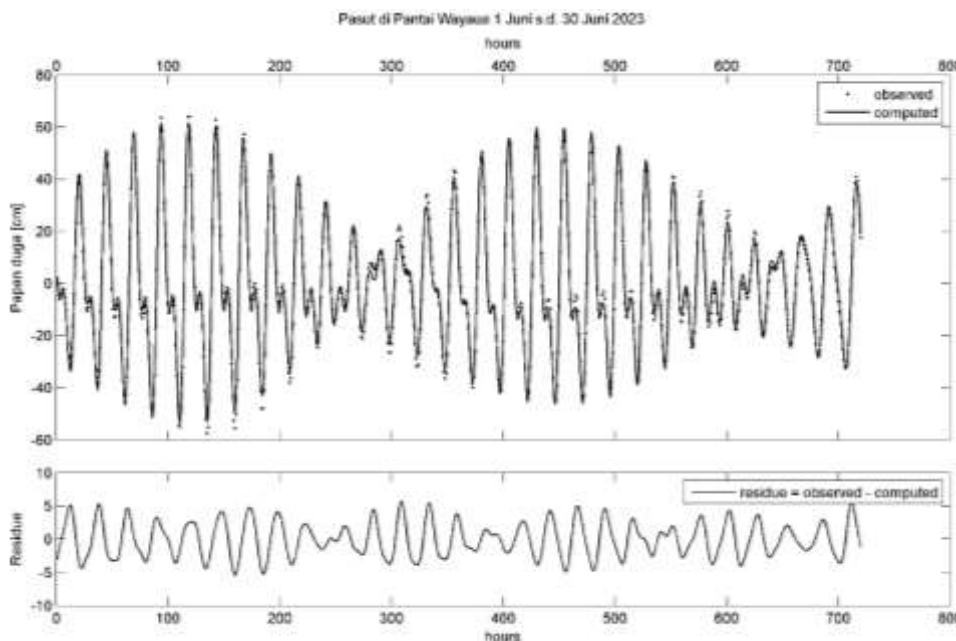
Kala Ulang (tahun)	2	5	10	25	50	100
Debit (m ³ /s)	25.9	42.4	53.2	66.6	77.3	87.8



Gambar 8. Hidrograf debit banjir rencana untuk tiap periode kala ulang

Analisis data pasang surut

Data pasang surut yang diambil secara online pada alamat yang dijelaskan sebelumnya diolah dengan aplikasi PasutUGM sehingga diperoleh nilai HHWL adalah 0.667m.



Gambar 9. Hasil analisis pasang surut dengan aplikasi PasutUGM

Pemodelan HEC-RAS

Selanjutnya untuk memvisualisasikan besaran luas genangan dan juga untuk mengetahui luasan genangan dan kedalaman genangan banjir yang diakibatkan oleh hujan dengan periode kala ulang Q2th, Q5th, Q10th, Q25th, Q50th, Q100th . berikut adalah hasil dari pemodelan pada HEC-RAS :



Gambar 10. Genangan Banjir Q2th



Gambar 11. Genangan Banjir Q5th



Gambar 12. Genangan Banjir Q10th



Gambar 13. Genangan Banjir Q25th



Gambar 14. Genangan Banjir Q50th



Gambar 15. Genangan Banjir Q100th

Tabel 5. Luas genangan banjir debit maksimum periode kala ulang (t) tahun

Kala Ulang (tahun)	Luas (km ²)	Luas (hektar)
2	0.0933	9.33
5	0.0988	9.88
10	0.1033	10.33
25	0.1072	10.72
50	0.1114	11.14
100	0.1165	11.65

Hasil analisis menggunakan HEC-RAS menghasilkan peta genangan banjir di wilayah desa Wayaua yang menggunakan pendekatan GIS untuk setiap kala ulang yang digunakan ditampilkan dalam Gambar 10 - 15. Sedangkan besar luas genangan banjir yang terjadi ditampilkan pada Tabel 5 untuk setiap kala ulangnya. Hasil simulasi menunjukkan bahwa luas area dan durasi banjir akan meningkat dengan bertambahnya periode ulang yang digunakan (Muin, S. F., Boer, R., dan Suhartono, Y., 2015).

Pada Gambar 10 - 15, dapat diketahui bahwa luas genangan di daerah hilir cukup luas untuk semua kala ulang banjir rencana. Hal tersebut menunjukkan bahwa kapasitas sungai pada bagian tersebut tidak mampu untuk menampung sebagian besar debit banjir rencana. Karena dalam penelitian ini untuk data topografinya menggunakan data dari DEMNAS dengan tingkat akurasi yang rendah maka perlu diambil data topografi dilapangan sesuai eksisting menggunakan foto lidar atau hasil pengukuran menggunakan total station sebagai pembanding sehingga hasil pemodelan lebih akurat. Jika hasil dari pemodelan menggunakan topografi dilapangan menunjukkan hasil yang sama maka diperlukan kegiatan normalisasi sungai agar kapasitasnya dapat menampung debit banjir yang terjadi dan juga pembuatan tanggul sungai. .

IV. PENUTUP

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

1. Besar debit banjir yang didapat berdasarkan analisa Hidrologi pada Software HEC-HMS (*Hydrologic Modeling System*) untuk kala ulang Q2th, Q5th, Q10th, Q25th, Q50th, Q100th masing-masing sebesar 25.9m³/s, 42.4m³/s, 53.2m³/s, 66.6m³/s, 77.3m³/s, 87.8m³/s.
2. Luas genangan banjir yang didapat dari hasil pemodelan banjir pada Software HEC-RAS (*River Analysis System*) berdasarkan banjir kala ulang Q2th, Q5th, Q10th, Q25th, Q50th, Q100th masing-masing adalah 9.33 hektar, 9.88 hektar, 10.33 hektar, 10.72 hektar, 11.14 hektar, 11.65 hektar.

Penelitian ini menghasilkan peta genangan banjir di desa Wayaua yang menggunakan pendekatan GIS dan analisa frekuensi hujan rencana dalam memprediksi curah hujan periode. Hasil dari pemodelan yang dilakukan pada HEC-RAS dimana luasan genangan dapat dilihat dalam bentuk peta sebaran banjir, yang memberikan informasi visual dengan memperlihatkan wilayah yang terdampak banjir serta estimasi genangan banjir pada area banjir.

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.
- Badan Informasi Geospasial (2023) [online]. Available: <https://srgi.big.go.id/tides/bbng>
- Badan Pusat Statistik, 2022. Kecamatan Bacan Timur Selatan dalam Angka, BPS Kabupaten Halmahera Selatan.
- fiako-anfrek (2022) [online]. Available: <https://fiako-anfrek.herokuapp.com/>
- Hicks, F.E. dan Peacock, T. 2005 "Suitability of HEC RAS for flood forecasting", Canadian Water Resources Journal, 30:159174.
- Indonesia Geospasial (2021) Shapefile. [online]. Available: <https://www.indonesia-geospasial.com/2020/09/download-shp-tutupan-lahan-tahun-2019.html>

- Istiarto (2023) [online]. Available: <https://istiarto.staff.ugm.ac.id/index.php/2015/10/program-aplikasi-pasang-surut/>
- 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.
- 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.
- 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, JGISE* Vol. 4 No. 1 (2021), pp. 56 - 64.
- 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..