

Pemodelan Banjir pada Sungai Opyang Kabupaten Halmahera Timur

Marlina Kamis¹ dan Yudit Agus Priambodo¹✉

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Maluku Utara, Ternate, Indonesia
E-mail : marlinakamis@gmail.com, sipilummu.yudit@gmail.com

Info Artikel : Artikel Penelitian Artikel Pengabdian Riview Artikel
Diterima : 10 Nov. 2022, Disetujui : 30 Nov. 2022, Publikasi On-Line : 30 Nov. 2022

Vol.	No.
2	2
Hal 56 - 62	

✉ Koresponden Author :

Yudit Agus Priambodo

E-mail :

sipilummu.yudit@gmail.com

Universitas Muhammadiyah

Maluku Utara

Ternate, Indonesia



Copyright©

2022. Marlina Kamis, Yudit
Agus Priambodo

Abstrak.

Bencana Banjir merupakan salah satu permasalahan yang tidak dapat diprediksi kapan akan terjadinya yang berdampak pada kerusakan lingkungan dan infrastruktur. Wilayah Subaim Kabupaten Halmahera Timur didominasi oleh para penduduk yang berprofesi sebagai petani hal ini juga didukung dengan pengairan alami yang terdapat pada daerah tersebut yaitu Sungai Opyang. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah melakukan pemodelan banjir yang disebabkan oleh luapan Sungai Opyang serta melihat cakupan wilayah genangan banjir. Metode pemodelan banjir menggunakan pendekatan hidrolika dalam mensimulasikan debit air pada setiap penggal sungai menggunakan software HEC-HMS, serta melakukan visualisasi daerah genangan banjir serta area terdampak banjir menggunakan pendekatan GIS dengan software HEC-RAS. GIS juga digunakan untuk mempersiapkan beberapa data spasial yang digunakan untuk pemodelan banjir, seperti data geometri sungai, delineasi DAS, serta untuk peta tataguna lahan. Data hidrologis didapat dari pengolahan curah hujan harian pada stasiun Mekar Sari dan Tutiling Jaya Subaim, dalam pemodelan analisis dilakukan dengan metode SCS-CN pada software HEC-HMS untuk memperkirakan debit puncak pada sungai. Sedangkan sumber data geometrik didapat dari Model Elevasi Digital DEMNAS. Besar debit banjir yang didapat berdasarkan analisa hidrologi pada Software HEC-HMS untuk kala ulang Q2th, Q5th, Q10th, Q25th, Q50th, Q100th masing-masing sebesar 77.3m³/s, 121.5m³/s, 154.9m³/s, 201.4m³/s, 239.1m³/s, 279.2m³/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 2.339km², 2.829km², 3.424km², 3.931km², 4.327km², 4.762km².

Keyword : Pemodelan, banjir, Opyang, HEC-RAS

I. PENDAHULUAN

UNISDR (United Nations Secretariat for International Strategy for Disaster Reduction) menyatakan dalam laporan akhir tahun 2014 mengenai kebijaksanaan pencegahan dan perlindungan bencana alam di Indonesia sangat lemah dalam konsep penurunan risiko bencana. Oleh karena itu 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, penataan ruang semakin dianggap sebagai mekanisme penting dalam menghadapi risiko banjir (Pratiwi, Z. N., & Santosa, P. B., 2021).

Sungai Bendung Opyang merupakan salah satu sungai yang terletak di Kabupaten Halmahera Timur yang berkordinat pada 1° 2'15.79° LU dan 128° 9'59.28° LT yang memiliki luas DAS yaitu 21.123,36 Ha. Permasalahan banjir pada sekitar daerah aliran sungai Bendung Opyang merupakan salah satu masalah yang belum dapat diprediksi besar jumlah debit banjirnya yang dapat akan terjadi di masa mendatang.

Seperti yang dimuat dalam media berita Kabar Timur pada Sabtu, 06 November 2021, diberitakan dimana sebanyak 30 rumah warga di desa Subaim RT-01 RW-01 Kecamatan Wasile, Kabupaten Halmahera Timur, Provinsi Maluku Utara terendam Banjir Rob (Banjir Pasang Surut) yang diakibatkan oleh gelombang dan air pasang yang terjadi pada Jumat 05 November 2021 sekitar pukul 17:00 WIT. Menurut informasi banjir rob ini sudah berlangsung 2 hari pada jam tertentu, setiap saat pada waktu bulan baru dalam rentan waktu 3 – 4 hari.

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 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. Salah Satu Rumah Warga yang Terkena Banjir (Sumber Media Berita Poros Informasi)



Gambar 2. Pemukiman yang tergenang banjir di Dusun Lukulamo (Sumber Media Berita Cermin Halmahera)

Tujuan penelitian ini adalah melakukan pemodelan banjir yang disebabkan oleh luapan sungai Opyang Kabupaten Halmahera Timur 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 :

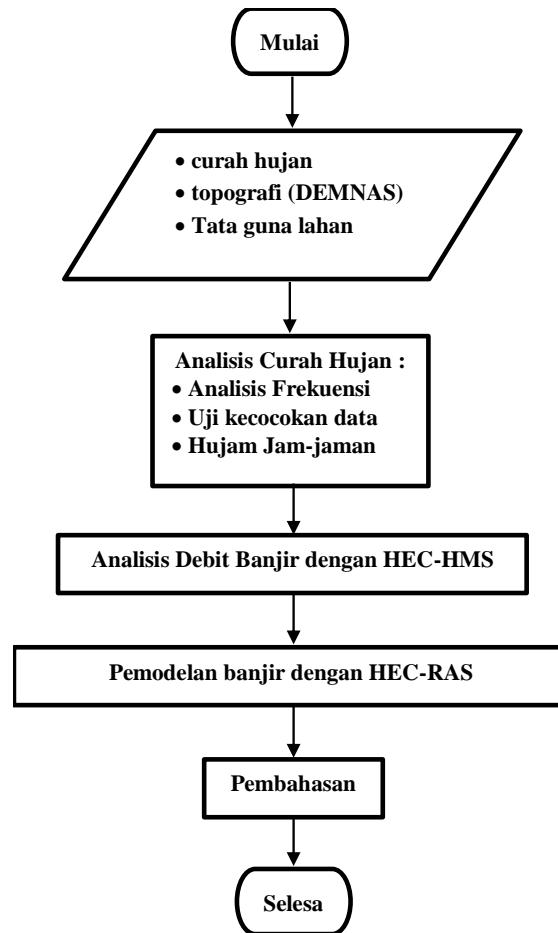
- a. Penentuan hujan maksimum tahunan DAS. Data hujan yang digunakan adalah data dari tahun 2012 sampai dengan 2022 yang berasal dari pos hujan Mekar Sari dan pos hujan Tutiling Jaya.
- b. Penentuan debit banjir rancangan.

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.
 - c. Pemodelan genangan banjir sungai Opyang dengan HEC-RAS.
- Bagan alur penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 3. 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 2012 sampai dengan tahun 2021. Stasiun pengamatan yang digunakan adalah stasiun yang berada di sekitar DAS Opyang yaitu pos hujan Mekar Sari dan pos hujan Tutiling Jaya. Untuk data DEM dan tutupan lahan semua diambil dari website.

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 4 ditampilkan parameter statistik yang diperoleh dan 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 dari hasil pengujian distribusi probabilitas diatas, dimana dapat dilihat untuk metode analisis frekuensi yang dapat digunakan dan mewakili distribusi statistik yaitu adalah distribusi probabilitas Log Pearson Type III.

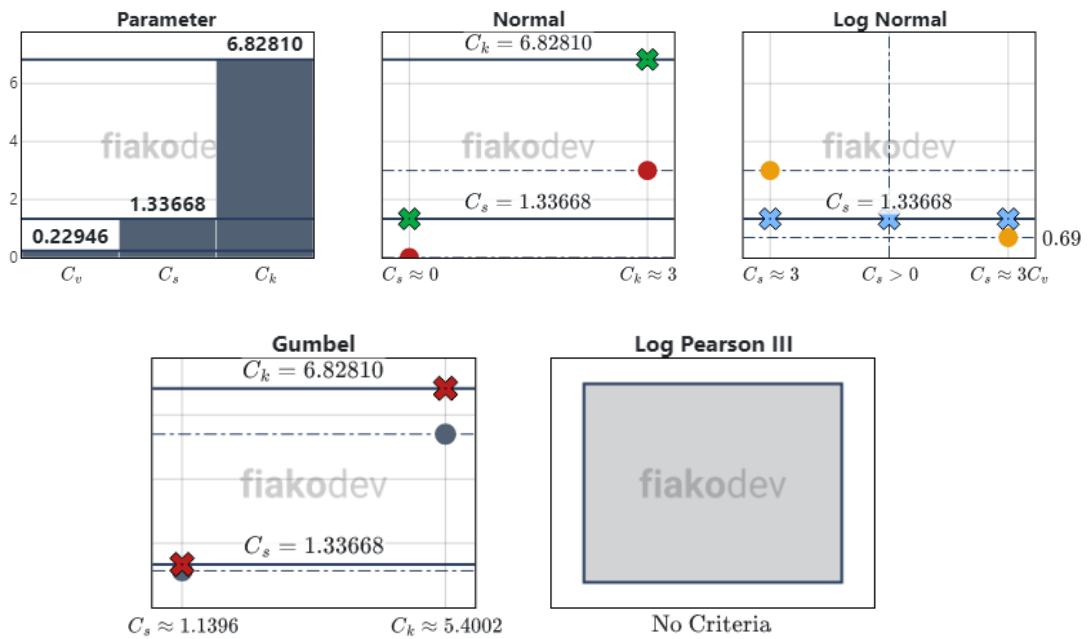
Tabel 1 Data Hujan Harian Maksimum

Tahun	Tinggi Hujan (mm)
-------	-------------------

2012	77.0
2013	70.0
2014	85.0
2015	117.5
2016	74.2
2017	61.3
2018	52.2
2019	85.0
2020	68.3
2021	73.9



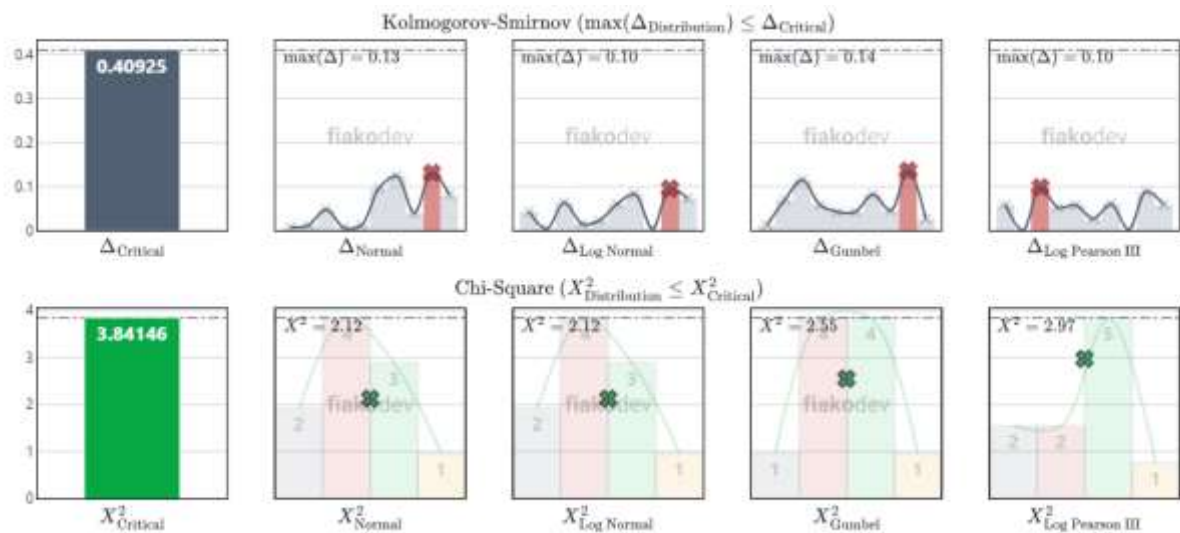
Gambar 4 Parameter statistik yang diperoleh



Gambar 5 Analisa parameter pada jenis-jenis distribusi

Tabel 2. Hasil jenis distribusi untuk setiap kala ulang (mm)

Kala Ulang	Jenis Distribusi			
	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III
2	76.44	74.80	74.73	73.31
5	91.17	89.67	95.66	88.96
10	98.89	98.61	109.52	99.59
25	106.40	108.16	127.04	113.42
50	112.40	116.44	140.03	124
100	117.31	123.69	152.93	134.84



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

a. 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 yang dapat mewakili distribusi statistik yaitu analisis frekuensi Log Pearson Type III. 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
		73.31	88.96	99.59	113.42	124	134.84
Jam	(%)	Hujan Netto Jam-jaman = Rn x Rt					
1	55%	40.345	48.955	54.809	62.418	68.240	74.207
2	14%	10.486	12.724	14.246	16.224	17.737	19.288
3	10%	7.356	8.926	9.993	11.381	12.442	13.530
4	8%	5.856	7.106	7.956	9.060	9.905	10.771
5	7%	4.945	6.001	6.718	7.651	8.365	9.096
6	6%	4.323	5.245	5.872	6.688	7.312	7.951

b. Debit banjir

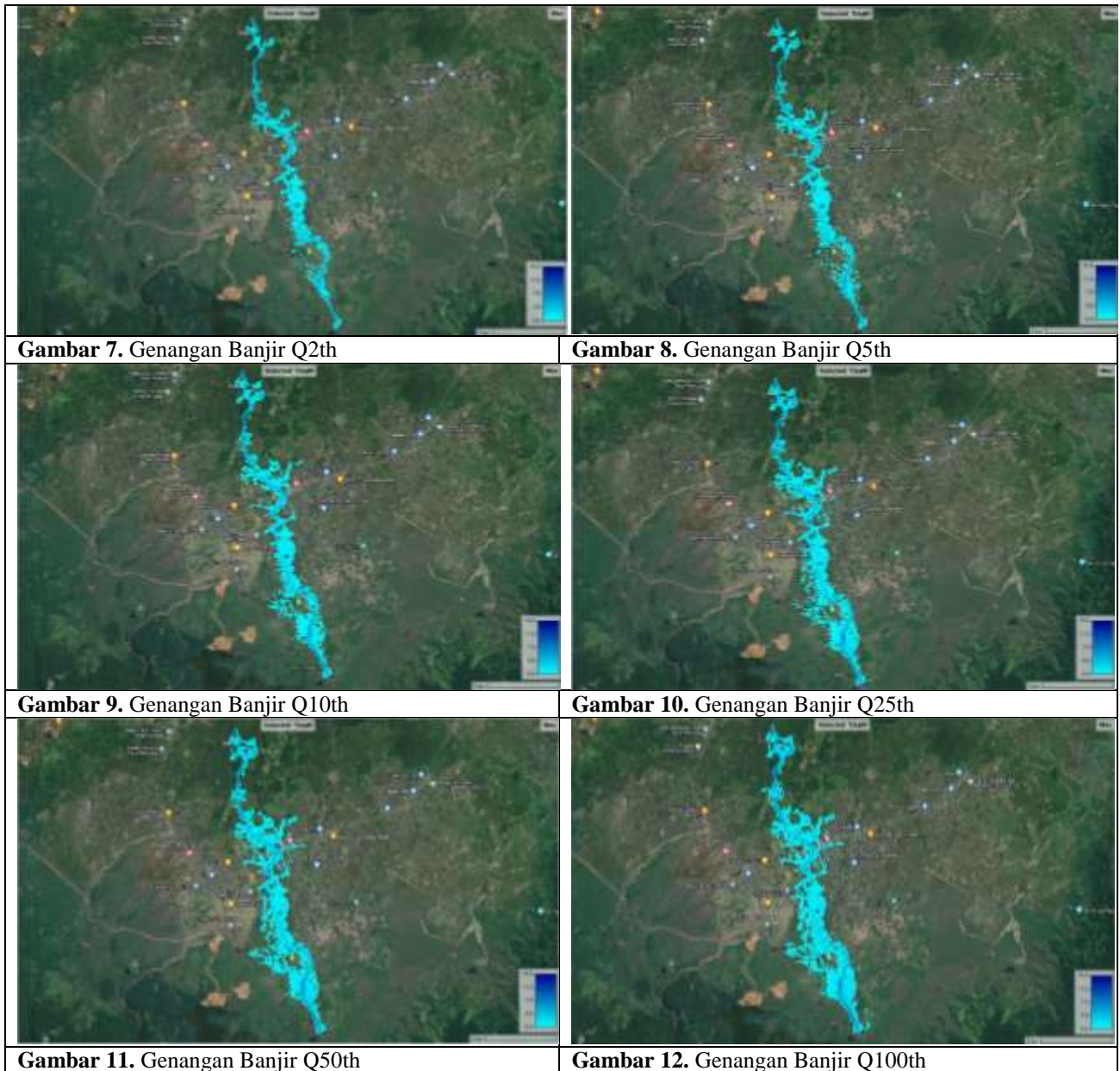
Selanjutnya untuk meng-analisis besar kuantitas debit banjir kala ulang seperti dari hasil analisis frekuensi yang telah dianalisa sebelumnya, dimana hasil dari simulasi hidrologi pada DAS Opyang akan dapat dilihat dalam bentuk hidrograf yang dihasilkan oleh HEC-HMS. Berikut adalah hasil dari pemodelan HEC-HMS :

Tabel 4. Debit banjir tiap periode kala ulang

Kala Ulang	2 th	5 th	10 th	25 th	50 th	100 th
Debit (m³/s)	77.3	121.5	154.9	201.4	239.1	279.2

c. 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 :



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

Kala Ulang	Luas (km ²)	Luas (hektar)
2 th	2.339	233.900
5 th	2.829	282.900
10 th	3.424	342.447
25 th	3.931	393.065
50 th	4.327	432.684
100 th	4.762	476.178

Hasil analisis menggunakan HEC-RAS menghasilkan peta genangan banjir di wilayah sekitar DAS Bendung Opyang yang menggunakan pendekatan GIS untuk setiap kala ulang yang digunakan ditampilkan

dalam gambar 7 - 12. Sedangkan besar luas genangan banjir yang terjadi ditampilkan pada Tabel 5 untuk setiap kala ulangnya. Menurut Muin, S. F., Boer, R., dan Suhartono, Y., 2015 bahwa hasil simulasi menunjukkan bahwa luas area dan durasi banjir akan meningkat dengan bertambahnya periode ulang yang digunakan.

Dari gambar dapat diketahui bahwa luas genangan didaerah hilir setelah bendung Opyang cukup luas untuk semua kala ulang banjir rencana. Hal tersebut menunjukkan bahwa kapasitas sungai dibagian 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 sebagai pembanding dan akan menghasilkan hasil pemodelan lebih akurat. Jika hasil dari pemodelan menggunakan topografi dilapangan menunjukkan hasil yang sama maka diperlukan kegiatan pemeliharaan sungai agar kapasitasnya dapat menampung debit banjir yang terjadi.

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 77.3m³/s, 121.5m³/s, 154.9m³/s, 201.4m³/s, 239.1m³/s, 279.2m³/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 2.339km², 2.829km², 3.424km², 3.931km², 4.327km², 4.762km².

Penelitian ini menghasilkan peta genangan banjir di wilayah sekitar DAS Bendung Opyang 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.
- 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>
- 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.
- Tanah air Indonesia. 2021. *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*.