

PERMODELAN GENANGAN BANJIR KALA ULANG PADA DAS KAHAYAN DI KOTA PALANGKA RAYA

Ravita Diah Fariskha, Nomeritae, dan Raden Haryo Saputra

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

E-mail: rfariskha@gmail.com

ABSTRACT

Rivers are one of the water resources that have a number of potentials that can be utilized for human welfare. Natural phenomena that threaten the existence of human life in several regions in Indonesia every rainy season are floods. Kahayan River is one of the rivers in Central Kalimantan that often experiences flooding. Kahayan River has an area of 81,684 km², a length of 600 km, a width of 500 m and a depth of up to 7 m.

Hydrologic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS) software is a tool to determine the flow of water in a river. Simulation in HEC-RAS can be used to simulate floods well through steady flow and unsteady flow analysis. This research was conducted in the Kahayan River, Palangka Raya City, Central Kalimantan, starting from the Kahayan Bridge to Rambang Port. This research is included in the type of Exploratory Research, where researchers explore, analyze and generalize a phenomenon or condition through surveys and field observations.

In this study, daily water level data is converted into daily discharge using the rating curve equation, discharge with a maximum value for 2013-2022 is determined to obtain the maximum annual discharge value. Based on the results of the discharge frequency analysis, the discharge for the 20, 50, and 100 year return periods is 1,459.2846 m³/s, 1,567.5594 m³/s, and 1,685.4194 m³/s, respectively. Return period discharge is one of the boundary conditions in flow simulation using 1-Dimensional HEC-RAS. Based on the simulation results, the maximum flood water level elevation for a 20-year return period is 4.98 m – 6.73 m. The 50-year return period ranges from 5.12 m – 6.9 m, while the 100-year return period is at an elevation of 5.27 m – 7.08 m.

Keywords: Kahayan River, Hydrologic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS) Software, Water Level, Rating Curve

1. PENDAHULUAN

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yang mempunyai sejumlah potensi yang dapat dimanfaatkan bagi kesejahteraan manusia. Salah satu manfaat sungai sebagai sumber air di antaranya adalah sebagai sumber penghidupan dan kehidupan masyarakat yang tinggal disekitar sungai. Sungai Kahayan merupakan salah satu sungai yang berada di Kalimantan Tengah yang sering mengalami banjir. Sungai Kahayan memiliki luas mencapai 81,684 km², panjang 600 km, lebar 500 m dan kedalaman mencapai hingga 7 m (Indonesia, 2016).

Air yang meluap terjadi karena debit sungai melebihi kapasitas maksimum sungai sehingga menyebabkan genangan air di sekitar wilayah sungai. Salah satu teknik dalam upaya mengidentifikasi wilayah yang rentan terhadap banjir adalah dengan pemodelan untuk memprediksikan luapan air yang akan terjadi. Software *Hydrologic Engineering Center-River Analysis System* (HEC-RAS) adalah suatu alat (*tool*) untuk mengetahui aliran air di sungai. Simulasi pada HEC-RAS dapat digunakan untuk mensimulasikan banjir dengan baik melalui analisis *steady flow* maupun *unsteady flow*.

Sungai Kahayan mengalir melintasi beberapa wilayah administratif termasuk Kota Palangka Raya yang merupakan ibu kota Provinsi Kalimantan Tengah. Terdapat banyak pemukiman dan fasilitas umum penting yang berada di pinggir Sungai Kahayan. Kombinasi antara faktor manusia serta faktor alam mengakibatkan peningkatan besar aliran (debit) yang harus dialirkan oleh sungai. Namun di sisi lain, kapasitas atau daya tampung sungai terus menurun sehingga aliran dalam besaran tertentu tidak dapat ditampung oleh penampang sungai dan air meluap di kiri dan kanan sungai termasuk daerah di sekitar tepi sungai Kahayan yang secara periodik mengalami banjir.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Banjir adalah suatu keadaan di mana air di dalam saluran pembuang tidak tertampung atau adanya hambatan di saluran pembuang yang mengakibatkan meluapnya air dan menggenangi daerah dataran sekitarnya. Secara sederhana banjir didefinisikan sebagai meluapnya air di daratan yang bukan menjadi tempat mengalirnya air dan mengakibatkan tergenangnya kawasan tersebut. Air hujan yang sampai dan mengalir di permukaan tanah akan bergerak menuju ke lautan dengan membentuk alur – alur sungai. Alur sungai akan dimulai dari dataran tinggi menuju dataran rendah seperti dimulai dari daerah pegunungan atau perbukitan kemudian bermuara di laut (Siregar, 2021).

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya, dan hubungan dengan lingkungan terutama makhluk hidup (Triatmodjo, 2008). Untuk itu, diperlukan Analisis hidrologi untuk mengetahui karakteristik hidrologi daerah pengaliran sungai Kahayan di Kota Palangka Raya. Tujuan dari analisis distribusi frekuensi curah hujan adalah untuk memperkirakan besarnya *variate-variate* masa ulang tertentu. Distribusi frekuensi curah hujan dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu distribusi Gumbel, Log Pearson III, Normal dan Log Normal.

Pos Duga Air adalah bangunan di sungai yang dipilih untuk mengamati tinggi muka air secara sistematis agar dapat berfungsi untuk memantau fluktuasi muka air yang dapat ditransfer ke dalam debit dengan menggunakan RC (*Rating Curve*) (SNI 03-2526-1991,

Rev.2004). Pos Duga Air adalah bangunan di sungai yang dipilih untuk mengamati tinggi muka air secara sistematis agar dapat berfungsi untuk memantau fluktuasi muka air yang dapat ditransfer ke dalam debit dengan menggunakan RC (Rating Curve) (SNI 03-2526-1991, Rev.2004).

HEC-RAS adalah pemodelan aliran air di sungai (*river analysis*) yang menghasilkan simulasi aliran tetap, perhitungan aliran tidak tetap, transport sedimen, simulasi kualitas dan temperatur air. (Siregar, 2021). Hasil pemodelan software ini berupa peta genangan banjir yang dapat memberikan informasi dalam mitigasi banjir yang optimal jika terjadi bencana banjir susulan dan diharapkan dapat mengurangi risiko dan jumlah kejadian banjir. Simulasi 1D digunakan untuk menganalisis aliran debit banjir untuk mengetahui tinggi muka air saat banjir. Selanjutnya dilakukan simulasi 2D untuk memperoleh hasil yang detail mengenai kedalaman aliran dan variasi kecepatan setiap cross section.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini masuk ke dalam jenis Penelitian Eksploratif, dimana peneliti menjajaki, menganalisis dan mensistensikan suatu fenomena atau keadaan melalui survei dan atau observasi lapangan. Penelitian ini dilakukan di Sungai Kahayan Kota Palangka Raya Kalimantan Tengah dimulai dari Jembatan Kahayan hingga Pelabuhan Rambang. Data yang digunakan adalah data pengukuran penampang sungai (Batimetri Sungai), data tinggi muka air kota Palangka Raya, Peta topografi (DEMNAS) DAS Kahayan yang diperoleh dari website resmi Indonesia Geospatial Portal, dan sketsa lokasi dan panjang Sungai Kahayan yang berasal dari Google Earth Pro.

Tahap persiapan meliputi survei lokasi penelitian. Hasil survei berupa lokasi sungai, pengukuran batimetri dasar sungai dan menentukan batas-batas lokasi penelitian. Data Tinggi Muka Air (TMA) yang dikonversikan ke debit dengan persamaan *rating curve*. Panjang data adalah selama 10 (sepuluh) tahun terakhir dari tahun 2013 - 2022 diuji seri data terlebih dahulu. Pengujian seri data dilakukan untuk mengetahui kelayakan data yang dipakai dalam analisis frekuensi untuk mendapatkan debit kala ulang. Menentukan Tipe Distribusi debit yang memenuhi melalui perhitungan pada Parameter Statistik untuk selanjutnya menentukan tipe sebaran dari analisis debit rencana. Menganalisis dan membuat simulasi profil aliran sungai dengan program komputer HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center-River Analysis System*) menggunakan data penampang sungai dan data debit banjir untuk perhitungan aliran langgeng (*Steady Flow*).

Pada penelitian ini dilakukan dengan mengorganisasikan dan mengurutkan data kedalam pola, kategori, dan satuan uraian dasar. Data yang diperoleh dari hasil survei berupa data primer dan data sekunder. Pada penelitian ini menggunakan bantuan aplikasi berupa HEC-RAS yaitu aplikasi permodelan hidraulika untuk menghitung muka air di sepanjang alur sungai berdasarkan masukan debit. Simulasi yang digunakan adalah simulasi 1 (Satu) Dimensi (1D).

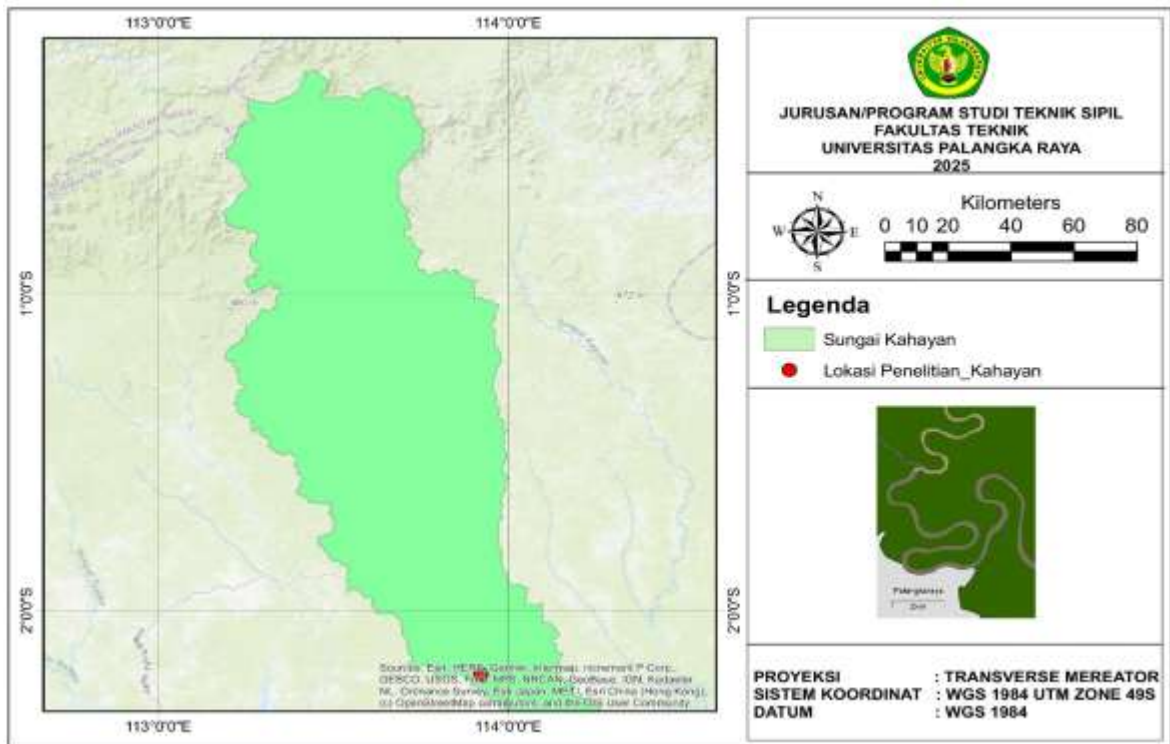
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam menentukan batas DAS penelitian yang titik outletnya berada di titik lokasi penelitian, dilakukan delineasi DAS. Proses delineasi ini dibantu oleh *software* ArcGis 10.3. Data tinggi muka air (TMA) bersumber dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Kalimantan II Palangka Raya dengan rentang waktu pengamatan selama 10 tahun (2013-2022). Tinggi Muka Air harian dikonversi menjadi debit dengan menggunakan persamaan lengkung debit pada masing-masing Pos Duga Air (PDA).

Tabel 1. Data Debit Maksimum

No	Tahun	Debit Maksimum (m ³ /s)
1	2013	1146.2066
2	2014	1116.2500
3	2015	1176.5816
4	2016	1114.5980
5	2017	1515.0943
6	2018	1203.9333
7	2019	1152.9204
8	2020	1209.0986
9	2021	1169.7954
10	2022	1096.5111

Sumber : Pusat Penelitian Dan Pengembangan Pengairan Hidrologi – Hidrometri



Gambar 1. Peta Analisis Hidrologi DAS Kahayan

Pengujian Distribusi Probabilitas Debit Rencana menggunakan 2 metode yaitu Uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogrov.

Uji Chi Kuadrat:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f}$$

Keterangan rumus:

χ^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

E_f = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

O_f = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

n = Jumlah sub kelompok

Dengan derajat kebebasan (Dk) dihitung dengan rumus:

$$Dk = K - (p + 1)$$

$$K = 1 + 3,3 \log n$$

Keterangan rumus:

Dk = Derajat kebebasan

P = Banyaknya parameter, untuk uji Chi-Kuadrat adalah 2

K = Jumlah kelas distribusi

N = Banyaknya data

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai

Distribusi Probabilitas	X ² Terhitung	X ² Cr	Keterangan
Gumbel	13.0000	5.9910	Tidak Diterima
Log Pearson Type III	5.0000	5.9910	Diterima
Normal	11.0000	5.9910	Tidak Diterima
Log Normal	7.0000	5.9910	Tidak Diterima

Uji *Smirnov Kolmogorov* dilakukan untuk menguji jenis distribusi yang telah ditentukan apakah dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Dengan membandingkan nilai ΔP maks dan ΔP kritis disimpulkan ΔP maks < ΔP kritis. Pada perhitungan debit rencana menggunakan distribusi ini, Nilai K_T dihitung berdasarkan nilai T dan nilai Cs dengan interpolasi. Setelah nilai faktor frekuensi K_T tiap periode ulang didapatkan, maka bisa dicari nilai debit rencananya dengan rumus $\log X = \overline{\log X} + K_T \times S \log X$.

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai $\Delta maks$ dan $\Delta kritis$

Distribusi Probabilitas	$\Delta maks$	$\Delta kritis$	Keterangan
Gumbel	0.3564	0.41	Diterima
Log Pearson Type III	0.1715	0.41	Diterima
Normal	0.3155	0.41	Diterima
Log Normal	0.1898	0.41	Diterima

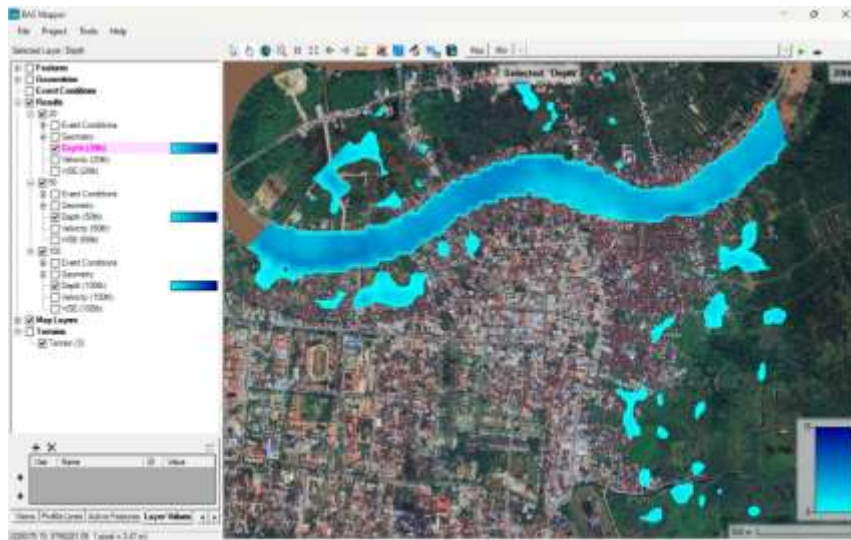
Berdasarkan diatas, dapat disimpulkan bahwa semua distribusi tersebut dapat diterima.

Distribusi yang cocok digunakan berdasarkan uji Chi Kuadrat dan uji *Smirnov-Kolmogorov* adalah Distribusi Log Pearson Type III.

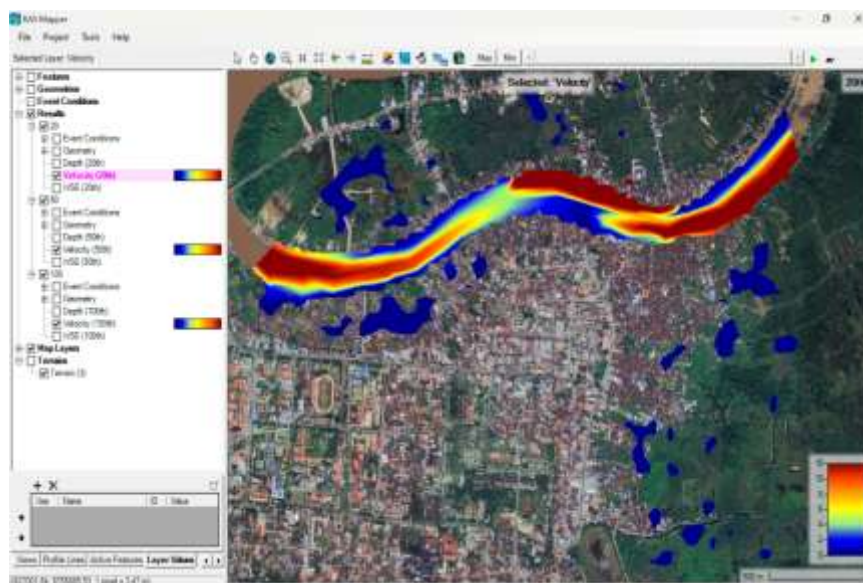
Penelitian ini menggunakan aplikasi HEC-RAS 6.1.0. Syarat batas bagian hulu adalah debit kala ulang 20, 50 dan 100 tahun. Syarat batas bagian hilir adalah h normal dengan memasukkan nilai slope sebesar 0,00063. Hasil running dapat dilihat dalam Result di RAS Mapper. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan kala ulang 20, 50, dan 100 tahun untuk elevasi muka air maksimum pada masing-masing cross section.

Tabel 4. Syarat Batas

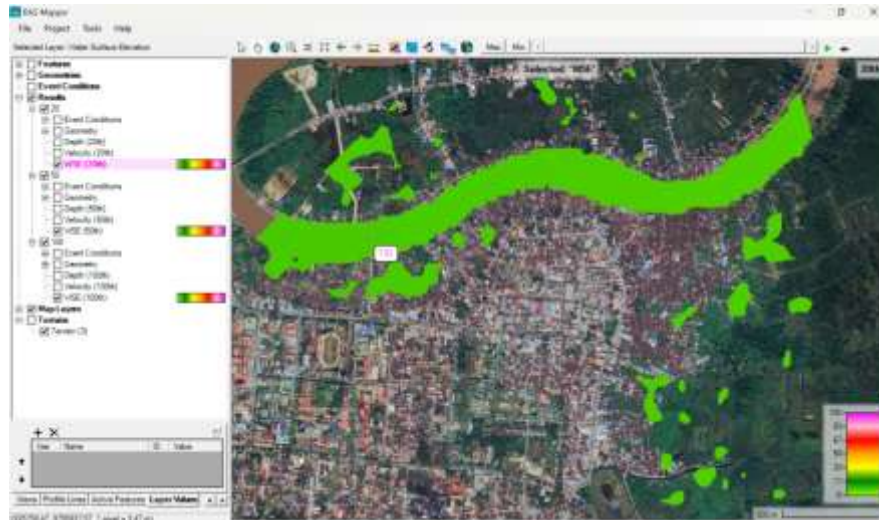
Syarat Batas	Parameter
Hulu	$Q_{20}=1459.285 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{50}=1567.559 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{100}= 1685.419 \text{ m}^3/\text{s}$
Hilir	Normal Depth = 0.00063



Gambar 2. Hasil Simulasi Kedalaman Air Maksimum Saat Pengukuran



Gambar 3. Hasil Simulasi Kecepatan Air Maksimum Saat Pengukuran



Gambar 4. Hasil Simulasi Elevasi Muka Air Maksimum Saat Pengukuran

Tabel 5. Elevasi Maksimum Sungai Kahayan Kala Ulang 100 Tahun

River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)
3245	100th	1685.42	7.08	7.14	0.000132	1.24	1598.95	513.73
2594	100th	1685.42	6.94	7.05	0.000175	1.45	1179.26	319.59
1938	100th	1685.42	6.87	6.96	0.000096	1.32	1336.18	366.27
1491	100th	1685.42	6.57	6.85	0.000698	2.35	726.63	227.15
991	100th	1685.42	5.33	6.21	0.002324	4.18	412.99	170.23
652	100th	1685.42	5.53	5.72	0.000412	2.00	912.75	298.56
284	100th	1685.42	5.27	5.53	0.00063	2.24	751.36	224.22

Tabel 6. Elevasi Maksimum Sungai Kahayan Kala Ulang 50 Tahun

River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)
3245	50th	1567.56	6.9	6.96	0.000133	1.23	1507.69	502.49
2594	50th	1567.56	6.77	6.87	0.000173	1.4	1125.66	297.67
1938	50th	1567.56	6.7	6.78	0.000091	1.27	1277.17	322.47
1491	50th	1567.56	6.41	6.67	0.000714	2.29	689.66	225.29
991	50th	1567.56	5.19	6.04	0.002296	4.07	390.98	162.91
652	50th	1567.56	5.38	5.56	0.000412	1.95	866.88	291.09
284	50th	1567.56	5.12	5.36	0.000631	2.18	717.75	223.05

Tabel 7. Elevasi Maksimum Sungai Kahayan Kala Ulang 20 Tahun

River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)
3245	20th	1459.29	6.73	6.79	0.000135	1.22	1421.57	494.62
2594	20th	1459.29	6.6	6.69	0.00017	1.36	1077.52	277.63
1938	20th	1459.29	6.53	6.61	0.000087	1.22	1226.82	287.79
1491	20th	1459.29	6.25	6.51	0.000732	2.25	654.22	223.5
991	20th	1459.29	5.07	5.87	0.002252	3.95	371.58	156.17
652	20th	1459.29	5.23	5.4	0.00041	1.9	824.86	284.04
284	20th	1459.29	4.98	5.21	0.00063	2.13	686.34	221.94

5. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, data tinggi muka air harian dikonversi menjadi debit harian dengan menggunakan persamaan rating curve, debit dengan nilai maksimum tahun 2013-2022 ditentukan guna mendapatkan nilai debit maksimum tahunan. Debit maksimum dengan rentang waktu 10 tahun tersebut selanjutnya dianalisis frekuensi untuk mendapatkan besaran debit kala ulang tertentu. Berdasarkan hasil analisis frekuensi debit diperoleh debit untuk kala ulang 20, 50, dan 100 tahun masing-masing adalah 1.459,2846 m³/s, 1.567,5594 m³/s, dan 1.685,4194 m³/s.

Debit kala ulang menjadi salah satu syarat batas dalam simulasi aliran dengan menggunakan HEC-RAS 1 Dimensi. Berdasarkan hasil simulasi, elevasi muka air banjir maksimum untuk kala ulang 20 tahun 4,98 m – 6,73 m. Kala ulang 50 tahun berkisar 5,12 m – 6,9 m, sedangkan untuk kala ulang 100 tahun berada pada elevasi 5,27 m – 7,08 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2004. Standar Nasional Indonesia Nomor : SNI 03-2226-1991 Rev. 2004 tentang **Tata Cara Pemilihan Lokasi Pos Duga Air Di Sungai**.
- Indonesia, A. (2016). *Membelah Hutan Dengan Wisata Susur Sungai Kahayan*. Retrieved from Get Borneo: www.getborneo.com
- Siregar, I. Y. (2021). **Pemodelan Genangan Banjir Di Kecamatan Cisarua Bogor Menggunakan HEC-RAS 2D**.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Betta Offset, Yogyakarta.

Halaman ini sengaja dikosongkan