

ANALISIS SEDIMENTASI PADA BENDUNG CIHERANG MENGGUNAKAN HEC-RAS 6.3

Adhi Rahmat Wicaksana^{1*} dan Yessi Nirwana Kurniadi¹,

^{1*}*Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung, Jl. PHH. Mustofa No.23, Bandung, Jawa Barat*
e-mail: adhirahmat2@gmail.com

ABSTRAK

Saluran Daerah Irigasi Ciherang mengalami penurunan kapasitas yang mengakibatkan debit masuk ke saluran pengambil berkurang. Penurunan kapasitas saluran tersebut diantaranya diakibatkan oleh sedimentasi di udik Bendung Ciherang. Maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis volume dan laju sedimen di udik Bendung Ciherang menggunakan aplikasi HEC-RAS 6.3. Metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu: a. Survei lapangan dan b. Pemodelan aliran sungai dan sedimentasi di udik bendung menggunakan HEC-RAS 6.3. Validasi pemodelan sedimentasi dilakukan pada debit hasil pengukuran sebesar 5,56 m³/s yang menghasilkan laju sedimen 2449,9880 ton/hari dan tinggi muka air di udik bendung sebesar 1,19 m. Hasil ini telah sesuai dengan data pengukuran di lapangan. Hasil pemodelan dengan debit dominan kala ulang 2 tahun sebesar 76 m³/s didapat laju sedimen 8435,734 ton/hari sedangkan pada debit dominan kala ulang 5 tahun sebesar 88 m³/s dihasilkan laju sedimen sebesar 8841,912 ton/hari.

Kata kunci: laju sedimentasi, HEC-RAS, kapasitas saluran, daerah irigasi, ciherang

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Cisangkuy terletak di Kabupaten Bandung dengan hulu berada di daerah Pangalengan dan hilir di daerah Baleendah. DAS Cisangkuy mengalir beberapa Daerah Irigasi (D.I) yaitu D.I CDC Gantung, D.I Cikalong, D.I Kadu GND, D.I Cilaki, D.I Cibatubaru, D.I Cimedal, D.I Ciherang, D.I Kiangroke, PDAM Kodya dan PLTA Cikalong..

D.I Ciherang merupakan D.I terbesar yang mengalir 2160 ha sawah di 5 kecamatan yaitu Kecamatan Canguang, Banjaran, Pameungpeuk, Katapang dan Baleendah. D.I Ciherang memiliki beberapa bangunan air seperti: a. Bendung tetap 1 buah, b. Bangunan bagi sadap 6 buah, c. Bangunan sadap 27 buah, d. Bangunan ukur 2 buah, e. Bangunan pelengkap 6 buah, f. Saluran sekunder 7 buah berdasarkan informasi dari Dinas Sumber Daya Air Unit Pelaksana Teknis Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (UPTD PSDA) Wilayah Sungai Citarum Satuan Pelayanan Ciwidey – Cirasea, 2023). Bendung Ciherang terletak di Kampung Singkur Desa Jatisari pada koordinat 6° 58' 31" LS – 7° 03' 52" LS dan 107° 32' 40" BT – 107° 37' 29" BT. Selama beberapa tahun ke belakang terjadi penurunan kapasitas saluran yang akan berpengaruh kepada lamanya masa panen. Penyebab terjadinya penurunan kapasitas salah satunya adalah penumpukan sedimen di udik Bendung Ciherang yang menyebabkan debit masuk pada saluran pengambil berkurang.

Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian lebih dalam mengenai besarnya volume dan laju sedimen yang terjadi di udik Bendung Ciherang. Pada udik Bendung Ciherang dilakukan pengambilan sampel sedimen yang diuji di Laboratorium Mekanika Tanah Institut Teknologi Nasional Bandung. Selanjutnya, dilakukan pemodelan aliran dengan menggunakan *software* HEC-RAS 6.3 dan menganalisis besarnya volume dan laju sedimen dengan menggunakan debit dominan kala ulang 2 tahun dan 5 tahun. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi terhadap besarnya volume dan laju sedimen di udik Bendung Ciherang.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Bendung Ciherang terletak di Kampung Singkur Desa Jatisari, Kabupaten Bandung. Bendung Ciherang ini melayani area irigasi Ciherang seluas 2.160 ha. Sumber air berasal dari Sungai Cisangkuy, pada koordinat $6^{\circ} 58' 31''$ LS – $7^{\circ} 03' 52''$ LS dan $107^{\circ} 32' 40''$ BT – $107^{\circ} 37' 29''$ BT. Lokasi bendung Ciherang dapat dilihat pada Gambar 1.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data menggunakan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder:

Pengumpulan data primer dilakukan dengan survei lapangan meliputi: a. Tinggi muka air pada bendung, b. Kecepatan aliran dan c. Pengambilan sampel sedimen. Pengujian sampel sedimen dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Institut Teknologi Nasional Bandung.

Data Sekunder meliputi: Data teknis bendung dan data curah hujan. Data ini didapatkan dari Dinas UPTD PSDA W.S Citarum.

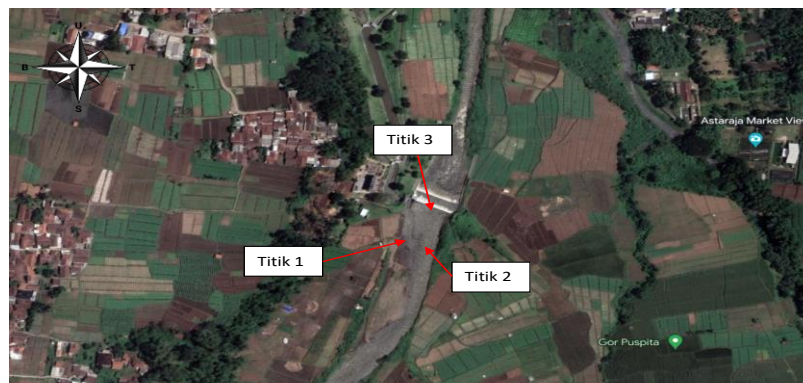


Gambar 1. Lokasi Bendung Ciherang (Sumber : Google Earth, 2023)

ANALISIS

Analisis Sedimen

Sampel sedimen diambil pada 3 titik lokasi pengambilan seperti yang terlihat pada Gambar 2. sampel sedimen yang diambil berupa sedimen dasar. Pengujian sampel sedimen dilakukan dengan 2 pengujian yaitu: a. Analisis saringan untuk mengetahui ukuran butiran sedimen dan b. Berat jenis. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Institut Teknologi Nasional Bandung.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Sampel Sedimen

Analisis Tinggi Muka Air dan Kecepatan Aliran

Analisis tinggi muka air dan kecepatan aliran dilakukan dengan pengambilan data langsung di lapangan. Pengambilan tinggi muka air berada di udik Bendung Ciherang dan pengambilan data kecepatan aliran dilakukan dengan pengamatan aliran di sungai sepanjang 60 m, lebar 16 m dengan alat bantu pelampung. Lokasi pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Lokasi Pengukuran Kecepatan Aliran dan Tinggi Muka Air

Analisis Debit Dominan Kala Ulang 2 Tahun dan 5 Tahun

Analisis debit dominan dilakukan dengan pengambilan data curah hujan yang tercatat oleh pihak Dinas UPTD PSDA W.S Citarum dari tahun 2016 hingga 2022. Analisis ini dilakukan dengan uji dispersi distribusi frekuensi curah hujan menggunakan perhitungan statistik dan statistik logaritma untuk menentukan jenis distribusi yang cocok digunakan.

Parameter yang digunakan dalam perhitungan meliputi parameter nilai rata-rata (\bar{X}), deviasi standar (S_d), koefisien varian (C_v), koefisien *skewness* (C_s) dan koefisien kurtosis (C_k). Persamaan ditulis sebagai berikut (Soewarno, 1995):

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \quad (1)$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2)$$

$$C_s = \frac{n \cdot \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S_d^3} \quad (3)$$

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_d^4} \quad (4)$$

$$C_v = \frac{S_d}{\bar{X}} \quad (5)$$

dengan $\sum Xi$ = jumlah curah hujan dan n = jumlah data.

Penentuan jenis distribusi yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1.

Distribusi	Persyaratan
Normal	Cs = 0
	Ck = 3
Gumbel	Cs = Cv ³ + 3Cv
	Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3
Log Normal	Cs = 1,14
	Ck = 5,383
Log Pearson III	Selain dari nilai di atas/ <i>flexibel</i>

Perhitungan debit dominan kala ulang 2 tahun dan 5 tahun menggunakan metode rasional modifikasi dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = k.C.C_s.I_t.A \quad (6)$$

$$C_s = \frac{2t_c}{2t_c + t_d} \quad (7)$$

$$t_c = t_o + t_d \quad (8)$$

$$t_o = \frac{0,552.(1,8(1,1 - C)).L^{0,5}}{I^{1/3}} \quad (9)$$

$$t_d = \frac{L}{60.V} \quad (10)$$

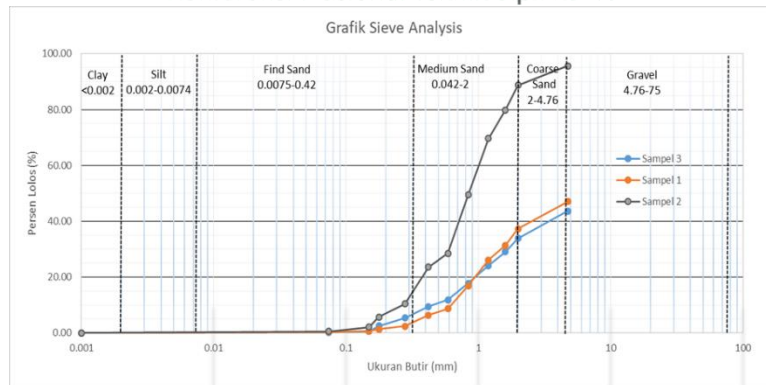
$$I_t = \frac{R_t}{24} \left(\frac{24}{tc/60} \right)^{2/3} \quad (11)$$

dengan Q = debit (m³/s), k = faktor konversi tergantung dari luas DPS 0,278 (satuan luas dalam km²), C = koefisien run off, C_s = koefisien penyimpangan, I = kemiringan saluran, I_t = intensitas hujan (mm/jam), A = luas DPS (km²), t_c = waktu konsentrasi (menit), t_d = waktu pengaliran sepanjang aliran (menit), t_o = waktu awal (menit), L = panjang aliran (m), R_t = curah hujan rencana (mm) dan V = kecepatan aliran (m/s).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Sampel Sedimen

Hasil pengujian analisis saringan menunjukkan bahwa ketiga sampel sedimen masuk ke dalam klasifikasi pasir (*medium sand*), grafik *Sieve Analysis* dapat dilihat pada Gambar 4 dan pengujian berat jenis didapatkan nilai rata-rata berat jenis sedimen sebesar 1,377 g/cm³, dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 4. Grafik Sieve Analysis

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Jenis

No Sampel	Berat Volume Tanah (g/cm ³)	Rata-rata (g/cm ³)
1	1,342371095	1,377744917
2	1,305240683	
3	1,485622974	

Hasil Analisis Pengukuran Kecepatan Aliran dan Tinggi Muka Air

Berdasarkan hasil pengukuran, didapatkan kecepatan aliran sebesar 0,604 m/s dan debit sebesar 5,56 m³/s. Pengukuran tinggi muka air di udik bendung didapatkan ketinggian muka air sebesar 1,1 m. Perhitungan dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Kecepatan Aliran Sungai dan Debit

Pelampung ke	T (s)	Tr (s)	L (m)	V (m/s)	Coef	A1 (m ²)	A2 (m ²)	A (m ²)	Q (m ³ /s)
1	2	3 = $\Sigma(2)/3$	4	5 = 4:5	6	7	8	9 = (8+9):2	10 = 5x6x9
1	74	99,333	60	0,604	0,8	9,12	13,92	11,52	5,56
2	52								
3	172								

Hasil Analisis Frekuensi Data Curah Hujan

Ada beberapa jenis distribusi yang dapat dipakai untuk menentukan besarnya curah hujan rencana, perlu dilakukan pengujian dispersi dengan perhitungan statistik untuk menentukan jenis distribusi yang cocok digunakan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Perhitungan Parameter Statistik dan Statistik Logaritma

Parameter	Hasil Perhitungan	Parameter	Hasil Perhitungan
Hujan Rata-Rata (\bar{X})	79	Hujan Rata-Rata ($\overline{\log X}$)	1,8931
Standar Deviasi (S_d)	13,2791	Standar Deviasi ($S_d \log X$)	0,0652
Koefisien Skewness (C_s)	2,2678	Koefisien Skewness (C_s)	2,1302
Koefisien Kurtosis (C_k)	9,4546	Koefisien Kurtosis (C_k)	8,9486
Koefisien Variasi (C_v)	0,1681	Koefisien Variasi (C_v)	0,0345



Tabel 5. Hasil Uji Distribusi Statistik

Distribusi	Persyaratan	Hasil	Kesimpulan
Normal	$C_s = 0$	$C_s = 2,2678$	Ditolak
	$C_k = 3$	$C_k = 9,4546$	
Gumbel	$C_s = C_v^3 + 3C_v$	$C_s = 2,2678$	Ditolak
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	$C_k = 9,4546$	
Log Normal	$C_s = 1,14$	$C_s = 2,1302$	Ditolak
	$C_k = 5,383$	$C_k = 8,9486$	
Log Pearson III	$C_k \neq 0$	$C_k = 8,9486$	Diterima

Berdasarkan persyaratan Tabel 5 maka jenis distribusi yang cocok digunakan pada perhitungan frekuensi curah hujan ini adalah distribusi Log Pearson III karena koefisien C_k memenuhi syarat.

Hasil Analisis Debit Dominan Log Pearson III

Pada garis besarnya penyelesaian distribusi Log Pearson III yaitu mentransformasikan data curah hujan ke dalam logaritma. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 6. Setelah menghitung parameter yang digunakan untuk metode Log Pearson III dilanjutkan dengan menghitung curah hujan rencana yang akan digunakan untuk menentukan debit dominan, seperti terlihat pada Tabel 7. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai debit dominan kala ulang 2 tahun sebesar $76 \text{ m}^3/\text{s}$ dan debit dominan kala ulang 5 tahun sebesar $88 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabel 6. Perhitungan Log Pearson III

No	CHHMax(Xi)	Log Xi	$\text{LogXi} - \text{Log}\bar{X}$	$(\text{LogXi} - \text{Log}\bar{X})^2$	$(\text{LogXi} - \text{Log}\bar{X})^3$
1	108	2,033423755	0,1403246	0,0196910	0,002763
2	80	1,903089987	0,0099908	0,0000998	0,000001
3	78	1,892094603	-0,0010046	0,0000010	0,000000
4	73	1,86332286	-0,0297763	0,0008866	-0,000026
5	72	1,857332496	-0,0357667	0,0012793	-0,000046
6	72	1,857332496	-0,0357667	0,0012793	-0,000046
7	70	1,84509804	-0,0480011	0,0023041	-0,000111
Σ	553	13,25169424	0,0000000	0,0255411	0,002536

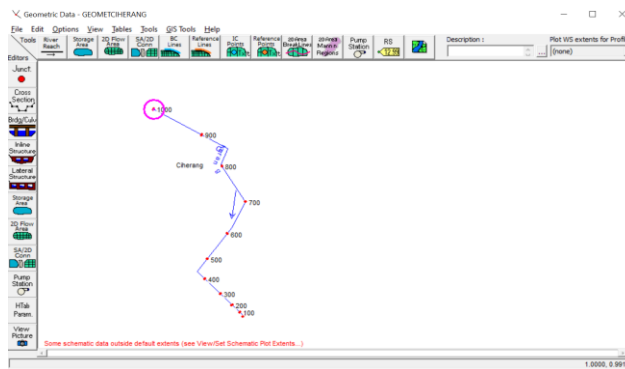
Tabel 7. Menentukan Hujan Rencana Kala Ulang dan Debit Dominan

Kala Ulang (Tahun)	$\text{Log}\bar{X}$	K	$\text{Log}X_t$	X_t (mm)	Q (m^3/s)
2	1,893	-0,32195	1,8721	74	76
5	1,893	0,5862	1,9313	85	88

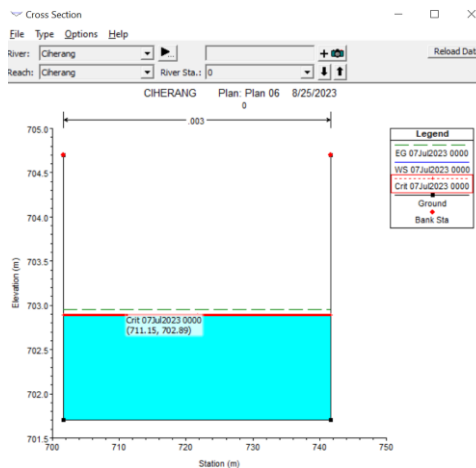
Hasil Validasi Model HEC-RAS Dengan Debit Pengukuran

Validasi ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian kondisi di lapangan dengan pemodelan pada aplikasi HEC-RAS 6.3. Pemodelan ini perlu input data berupa data geometri sungai (Gambar 5), debit pengukuran, panjang lokasi tinjauan dan persentase lolos sedimen pada pengujian *sieve analysis*.

Pengukuran debit, tinggi muka air dan laju sedimen di Bendung Cihorang dilakukan pada bulan Juni 2023. Hasil pengukuran didapatkan debit sebesar 5,56 m³/s, tinggi muka air sebesar 1,1 m dan laju sedimen sebesar 2250 ton/hari. Analisis dengan menggunakan HEC-RAS 6.3 pada debit pengukuran didapatkan tinggi muka air sebesar 1,19 m (Gambar 6) dan total laju sedimen sebesar 2449,9880 ton/hari (Gambar 7). Dari hasil analisis dengan HEC-RAS dapat disimpulkan pemodelan sudah mendekati kondisi lapangan sehingga dapat dilanjutkan dengan analisis debit dominan.



Gambar 5. Alur Sungai



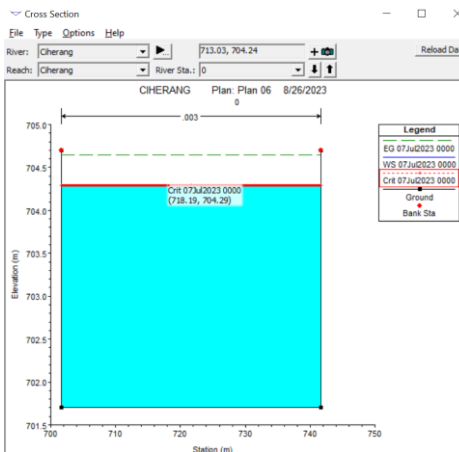
Gambar 6. Ketinggian Muka Air di Depan Bendung Dengan Debit Pengukuran

Ordinate	Time	Mass In Cum Total (tonnes) Cihorang Cihorang
		0
109	7/7/2023 9:36:00 PM	2237.9045
110	7/7/2023 9:48:00 PM	2255.7603
111	7/7/2023 10:00:00 PM	2273.5386
112	7/7/2023 10:12:00 PM	2291.2957
113	7/7/2023 10:24:00 PM	2309.0371
114	7/7/2023 10:36:00 PM	2326.6931
115	7/7/2023 10:48:00 PM	2344.3374
116	7/7/2023 11:00:00 PM	2362.0825
117	7/7/2023 11:12:00 PM	2379.7258
118	7/7/2023 11:24:00 PM	2397.3286
119	7/7/2023 11:36:00 PM	2414.8604
120	7/7/2023 11:48:00 PM	2432.5061
121	7/8/2023 12:00:00 AM	2449.9880

Gambar 7. Tabel Hasil Sedimen Dalam 1 Hari Debit Pengukuran

Hasil Analisis Sedimen Menggunakan HEC-RAS Dengan Debit Dominan Kala Ulang 2 Tahun

Hasil analisis dengan debit dominan kala ulang 2 tahun sebesar $76 \text{ m}^3/\text{s}$ didapatkan tinggi muka air sebesar 2,58 m (Gambar 7) dan total laju sedimen sebesar 8435,7334 ton/hari (Gambar 8).



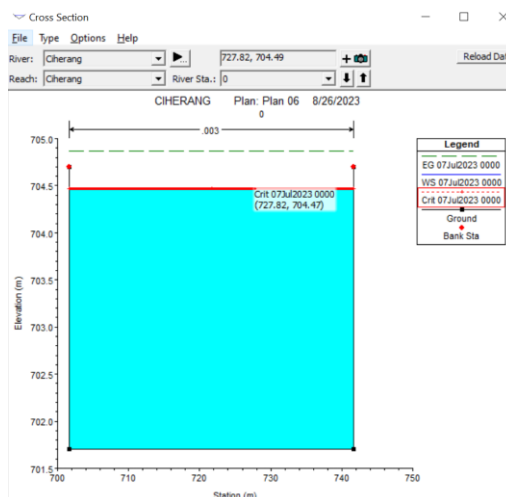
Gambar 8. Ketinggian Muka Air di Depan Bendung Dengan Debit Kala Ulang 2 Tahun

Ordinate	Time	Mass In Cum Total (tonnes) Cihérang Cihérang 0
1	7/7/2023 12:00:00 AM	0.0000
2	7/7/2023 6:00:00 AM	4078.0464
3	7/7/2023 12:00:00 PM	6552.3174
4	7/7/2023 6:00:00 PM	7597.4175
5	7/8/2023 12:00:00 AM	8435.7305
6	7/8/2023 6:00:00 AM	9255.2041
7	7/8/2023 12:00:00 PM	10039.2764
8	7/8/2023 6:00:00 PM	10818.0674
9	7/9/2023 12:00:00 AM	11595.1777
10	7/9/2023 6:00:00 AM	11895.3447

Gambar 9. Tabel Hasil Sedimen Dalam 1 Hari Debit Kala Ulang 2 Tahun

Hasil Analisis Sedimen Menggunakan HEC-RAS Dengan Debit Dominan Kala Ulang 5 Tahun

Hasil analisis dengan debit dominan kala ulang 2 tahun sebesar $88 \text{ m}^3/\text{s}$ didapatkan tinggi muka air sebesar 2,58 m (Gambar 10) dan total laju sedimen sebesar 8435,7334 ton/hari (Gambar 11).



Gambar 8. Ketinggian Muka Air di Depan Bendung Dengan Debit Kala Ulang 5 Tahun

KoNTekS17

Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-17

Plot	Table	
Ordinate	Time	Mass In Cum Total (tonnes) Ciherang Ciherang 0
1	7/7/2023 12:00:00 AM	0.0000
2	7/7/2023 6:00:00 AM	4149.4136
3	7/7/2023 12:00:00 PM	7002.6602
4	7/7/2023 6:00:00 PM	7954.8853
5	7/8/2023 12:00:00 AM	8841.9121
6	7/8/2023 6:00:00 AM	9637.9443
7	7/8/2023 12:00:00 PM	10389.2910
8	7/8/2023 6:00:00 PM	11242.1719
9	7/9/2023 12:00:00 AM	12130.9346
10	7/9/2023 6:00:00 AM	12285.6719

Kesimpulan

Model HEC-RAS 6.3 telah sesuai dengan kondisi di lapangan dengan input nilai debit pengukuran sebesar $5,56 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan ketinggian muka air sebesar 1,19 m. Hasil ini telah mendekati dengan data survei (1,1 m).

- Ketinggian muka air dengan debit dominan kala ulang 2 tahun ($76 \text{ m}^3/\text{s}$) sebesar 2,58 m.
- Ketinggian muka air dengan debit dominan kala ulang 5 tahun ($88 \text{ m}^3/\text{s}$) sebesar 2,77 m.
- Total laju sedimentasi yang terdapat di sekitar udik bendung STA 0 pada debit pengukuran ($5,56 \text{ m}^3/\text{s}$) hasil HEC-RAS 6.3 sebesar 2449,9880 ton/hari.
- Total laju sedimentasi yang terdapat di sekitar udik bendung STA 0 pada debit dominan kala ulang 2 tahun ($76 \text{ m}^3/\text{s}$) hasil HEC-RAS 6.3 sebesar 8443,8047 ton/hari.
- Total laju sedimentasi yang terdapat di sekitar udik bendung STA 0 pada debit dominan kala ulang 5 tahun ($88 \text{ m}^3/\text{s}$) hasil HEC-RAS 6.3 sebesar 8841,9121 ton/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmeri, A., Basri, H., Sundary., D., Endang, Y., Jemi,F. (2020). "HIDRODINAMIKA DAN PRODUK SEDIMEN TERHADAP BENDUNG IRIGASI KEUMALA, SUNGAI KRUENG BARO, PROVINSI ACEH". JURNAL IRIGASI, Vol. 15 No. 1.
- Kumala, Y. (2019). Bangunan Air. Itenas, Bandung.
- Kumala, Y. (2021). Teknik Sungai. Unpar Press, Bandung.
- Istiarto, I. (2014). SIMULASI ALIRAN 1-DIMENSI DENGAN BANTUAN PAKET PROGRAM HIDRODINAMIKA HEC-RAS. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta