

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Daerah Aliran Sungai

1. Wilayah Administrasi

Sub-DAS Serayu untuk bendungan ini mencakup wilayah yang cukup luas, meliputi sub-DAS kali Klawing, kali Merawu, Kali Tulis Ds, Kali Putih, Kali Logawa, Kali Preng, Kali Sanggalosang, Kali Tajum, Kali Begaluh, Kali Beber Ds, Kali Serayu tengah, Kali Sapi, Kali Gume Piasa, Kali Kejawen Ds, Kali Serayu Hilir dengan total cangkupan luas DAS sebesar 100598,68 Ha.

2. Pembuatan Sub-DAS dengan *software* ArcGIS 10.1

Sub-DAS serayu dibuat dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.1 untuk dapat mengetahui topografi berupa kontur dan kemiringan lahan, jenis tanah, dan tata guna lahan.

3. Kondisi Topografi

Kondisi topografi pada wilayah sub-DAS bendungan ini sangat beragam, karena letak bendungan berada pada daerah yang banyak terdapat perbukitan sehingga memiliki kontur yang beragam juga. Secara geografis lokasi bangunan bendungan terletak pada koordinat UTM, $X = 7.392752$, $Y = 109.622220$

B. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi untuk mencari nilai curah hujan bulanan rata-rata. Analisis ini menggunakan metode rerata aritmatik atau aljabar. Contoh perhitungan yang diambil adalah rata-rata curah hujan 2011-2016 bulan Januari pada stasiun curah hujan. Data curah hujan diperlukan untuk menghitung energi kinetik. Data curah hujan itu sendiri di peroleh dari nilai rata-rata curah hujan bulanan selama lima tahun yang kemudian dicari nilai rata-rata nya berdasarkan bulan per stasiun curah hujan dan kemudian didapatkan nilai rata-rata curah hujan sebesar 369,2217 seperti hasil pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Rata-rata Curah Hujan Bulanan

BULAN	Stasiun Pb Soedirman	Stasiun Singomerto	Stasiun Wonodadi	R rata-rata
JAN	518.74	460.99	502.8	494.1767
FEB	387.0428	389.898	392.6	389.8469
MAR	529.89	488.796	527	515.2287
APR	501.44	518.664	466.4	495.5013
MEI	338.58	385.444	409.2	377.7413
JUNI	271.94	210.528	249.6	244.0227
JULI	161.58	172.364	157.8	163.9147
AGT	57.2	48.27	45.4	50.29
SEP	87.56	94.724	100	94.09467
OKT	290.92	231.37	282	268.0967
NOV	737.54	613.248	660.45	670.4127
DES	603.74	672.664	725.6	667.3347
Total				4430.661
Rata-rata				369.2217

(sumber : Stasiun Pb Soedirman, Stasiun Singomerto dan Stasiun Wonodadi)

C. Analisis Erosi

Pada analisis erosi menggunakan metode USLE yang menggunakan parameter-parameter sebagai berikut :

1. Analisis Faktor Erosivitas

Faktor erosivitas menjadi salah satu faktor penentu nilai erosi dan sedimentasi. Yang dianalisis dengan rumus energi kinetik dengan Persamaan 3.4.

Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan contoh perhitungan energi kinetik di ambil pada bulan Januari adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 E &= 14,374 R^{1,075} \\
 &= 14,374 \times 494.1767^{1,075} \\
 &= 11311 \text{ Ton.M/Ha.Cm}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.2 Rekapitulasi Perhitungan Nilai Energi kinetik

BULAN	R rata-rata (mm)	E (Ton.M/Ha.Cm)
JAN	494.1767	11311
FEB	389.8469	8765.745
MAR	515.2287	11829.81
APR	495.5013	11343.6
MEI	377.7413	8473.479
JUNI	244.0227	5297.428
JULI	163.9147	3453.757
AGT	50.29	969.7737
SEP	94.09467	1901.779
OKT	268.0967	5861.259
NOV	670.4127	15699.85
DES	667.3347	15622.38
Total	4430.661	119545
Rata-rata	369.2217	8268.209

(Sumber : perhitungan, 2017)

Tabel diatas merupakan hasil dari rekapitulasi perhitungan energy kinetik, yang menggunakan persamaan $E = 14,374 R^{1,075}$, dimana nilai R merupakan curah hujan rata-rata tahunan yang dikalikan dengan koefisien ketetapan dari persamaan energy kinetik. Sehingga didapat kan hasil dari energi kinetik (E) yaitu sebesar 8268.209 Ton.M/Ha.cm seperti pada tabel 5.2.

2. Analisis Faktor Erodibilitas

Faktor erodibilitas tanah menggunakan prakiraan besarnya nilai K untuk jenis tanah di daerah tangkapan air (Lembaga Ekologi, 1979) besarnya nilai K berdasarkan jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut :

Tabel 5.3 Faktor Erodibilitas Tanah Sub DAS Kali Putih

No	Jenis Tanah	K
1	<i>Association Brown Andosol and Red-Brown Latosol</i>	0,271
2	<i>Complex Grey Regosol and Lithosol</i>	0,172
3	<i>Grey-Brown Regosol</i>	0,271

(sumber : BPDAS Serayu-Opak-Progo)

3. Analisis Faktor Ls

Faktor kemiringan lahan (Ls) membutuhkan data topografi. Berdasarkan hasil olahan data topografi dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.1, maka dapat ditentukan jarak antar elevasi sehingga nantinya akan dapat diperhitungkan nilai LS nya

- a. Pada elevasi 500-750 m dapat diketahui jarak rata-rata (L) antar elevasi sebesar 8967,05 m.

$$\text{Sehingga } S = \frac{\text{interval}}{L} = \frac{250}{8967,05} * 100 = 2,8 \%$$

Dengan nilai S adalah < 20 %, maka persamaan yang digunakan adalah Persamaan 3.8 yaitu:

$$LS = L^{0,5} / 100 (1,38 + 0,965S + 0,138S^2)$$

$$LS = L^{0,5} / 100 (1,38 + 0,965 \times 2,8 + 0,138 \times 2,8^2)$$

$$LS = 4,87$$

- b. Pada elevasi 2500-2750 m dapat diketahui jarak rata-rata (L) antar elevasi sebesar 406,91 m.

$$\text{Sehingga } S = \frac{\text{interval}}{L} = \frac{100}{406,91} \times 100 = 61,44 \%$$

Dengan nilai S adalah $> 20 \%$, maka persamaan yang digunakan adalah Persamaan 3.9 yaitu:

$$LS = \left(\frac{L}{22,1}\right)^{0,6} \times \left(\frac{S}{9}\right)^{1,4} = \left(\frac{406,91}{22,1}\right)^{0,6} \times \left(\frac{61,44}{9}\right)^{1,4} = 84,52$$

Untuk rekapitulasi perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Perhitungan Nilai LS

No	Elevasi (m)	Interval (m)	Panjang (L)(m)	S (%)	LS
1	2750 -3014	269	400,94	67,09	94,76
2	2500-2750	250	406,91	61,44	84,52
3	2250-2500	250	419,41	59,61	82,5
4	2000-2250	250	618,65	40,41	60,45
5	1750-2000	250	726,63	34,41	53,15
6	1500-1750	250	1311,43	19,06	25,32
7	1250-1500	250	2372,78	10,54	13,09
8	1000-1250	250	1646,24	15,19	19,42
9	750-1000	250	3852,91	6,489	8,35
10	500-750	250	8967,05	2,788	4,87
11	242-500	317	5124,31	6,186	9,042

(Sumber : Analisis Perhitungan, 2017)

4. Faktor Penggunaan Lahan dan Pengelolaan Tanaman (CP')

Berdasarkan hasil olahan data tata guna lahan dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.1, maka dapat ditentukan

luasan masing-masing tata guna lahan tiap jarak elevasi atau interval.

Berikut contoh perhitungan untuk mendapat nilai CP' untuk elevasi 1750-2000 m:

a. Diketahui tata guna lahan dengan luasannya (*catchment area*)

Air tawar	: 2,03 Ha
Belukar/semak	: 1588,91Ha
Gedung	: 9,99Ha
Hutan	: 351,95 Ha
Kebun	: 382,92 Ha
Pemukiman	: 77,94 Ha
Rumput	: 18,10 Ha
Tegalan	: 1924,34 Ha
Total <i>catchment area</i>	: 2,03 + 1588,91 + 9,99 + 351,95 + 382,92 + 77,94 + 18,10 + 1924,34 = 4356,17 Ha

b. Ditentukan faktor CP berdasarkan Tabel 3.2

Air tawar	: 0,05
Belukar/semak	: 0,75
Gedung	: 0,6
Hutan	: 0,03
Kebun	: 0,3
Pemukiman	: 0,6
Rumput	: 0,07
Tegalan	: 0,75

c. Dihitung nilai CP tiap kategori

$$CP = \text{Catchment Area} * \text{Faktor CP}$$

Air tawar	: 2,03 × 0,05	= 0,1017
Belukar/semak	: 1588,91 × 0,75	= 1191,683

Gedung	: 9,99 × 0,6	= 5,992
Hutan	: 351,95 × 0,03	= 10,558
Kebun	: 382,92 × 0,3	= 114,875
Pemukiman	: 77,94 × 0,6	= 46,762
Rumput	: 18,10 × 0,07	= 1,266
Tegalan	: 1924,34 × 0,75	= 1443,251
TotalCP	: 0,1017 + 1191,683 + 5,992 + 10,558 + 114,875 + 46,762 + 1,266 + 1443,251	= 281,492

d. Dapat ditentukan nilai CP' tiap interval elevasi

$$CP' = \frac{\text{Total CP}}{\text{Total Catchment Area}} = \frac{2814.492}{4356.17} = 0,646$$

Untuk perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.5.

No	ELEVASI	TATA GUNA LAHAN	CATHCMENT AREA	FAKTOR CP	CP	CP'
1	2750 -3014	Belukar/semak	37,25	0,75	27,933	0,75
2	2500-2750	Belukar/semak	91,80	0,75	68,846	0,676
		Hutan	10,40	0,03	0,311	
3	2250-2500	Belukar/semak	247,67	0,75	185,002	0,517
		Hutan	129,813	0,03	3,8943	
		Kebun	9,63	0,3	2,889	
		Rumput	0,058	0,07	0,004	
		Tegalan	34,98	0,75	26,238	
4	2000-2250	Air tawar	44,27	0,05	2,2133	0,665
		Belukar/semak	1230,68	0,75	923,01	
		Gedung	1,02	0,6	0,611	
		Hutan	260,69	0,03	7,8205	
		Kebun	72,91	0,3	21,8733	

		Pemukiman	98,46	0,6	59,078	
		Rawa	5,88	0,6	3,525	
		Rumput	35,13	0,07	2,4587	
		Tegalan	1689,15	0,75	1266,861	
5	1750-2000	Air tawar	2,03	0,05	0,1017	0,646
		Belukar/semak	1588,91	0,75	1191,683	
		Gedung	9,99	0,6	5,9922	
		Hutan	351,95	0,03	10,55835	
		Kebun	382,92	0,3	114,8757	
		Pemukiman	77,94	0,6	46,7628	
		Rumput	18,10	0,07	1,26679	
		Tegalan	1924,34	0,75	1443,25125	
6	1500-1750	Belukar/semak	1414,01	0,75	1060,506	0,597
		Gedung	0,37	0,6	0,219	
		Hutan	378,79	0,03	11,36382	
		Kebun	868,48	0,3	260,5425	
		Pemukiman	374,66	0,6	224,7978	
		Rumput	14,74	0,07	1,03201	
		Sawah irigasi	52,10	0,05	2,60505	
		Sawah tadah hujan	578,44	0,05	28,92195	
		Tegalan	3980,89	0,75	2985,666	
7	1250-1500	Air tawar	70,55	0,05	3,5273	0,615
		Belukar/semak	1495,13	0,75	1121,3497	
		Gedung	15,92	0,6	9,552	
		Hutan	7,84	0,03	0,23517	
		Kebun	3950,78	0,4	1580,3132	

		Pemukiman	1678,23	0,6	1006,938	
		Rumput	70,02	0,07	4,90154	
		Sawah irigasi	405,08	0,05	20,25405	
		Sawah tadah hujan	2720,27	0,05	136,0136	
		Tegalan	18836,06	0,75	14127,04575	
8	1000-1250	Belukar/semak	18,28	0,75	13,70925	0,168
		Hutan	82,76	0,03	2,48289	
		Kebun	3,69	0,4	1,4748	
9	750-1000	Air tawar	54,81	0,05	2,7407	0,352
		Belukar/semak	1839,70	0,75	1379,778	
		Gedung	3,72	0,6	2,2296	
		Hutan	213,83	0,03	6,41487	
		Kebun	7007,38	0,4	2802,9516	
		Pemukiman	1392,28	0,6	835,365	
		Rumput	28,35	0,07	1,98457	
		Sawah irigasi	475,88	0,05	23,79415	
		Sawah tadah hujan	6231,63	0,05	311,5813	
		Tegalan	1799,16	0,75	1349,37	
10	500-750	Belukar/semak	1151,53	0,75	863,64675	0,478
		Kebun	13349,21	0,6	8009,5284	
		Tegalan	1019,29	0,75	764,46375	
		Pemukiman	1580,10	0,6	948,0624	
		Kebun	2,85	0,4	1,1416	
		Sawah irigasi	2532,40	0,05	126,61995	
		Sawah tadah hujan	2830,55	0,05	141,52745	

		Air tawar	127,70	0,05	6,38505	
		Gedung	3,24	0,6	1,9464	
		Hutan	3,96	0,03	0,11877	
		Rumput	124,77	0,07	8,73362	
11	242-500	Air tawar	576,08	0,05	28,80415	0,321
		Belukar/semak	24,58	0,75	18,43725	
		Gedung	0,19	0,6	0,1146	
		Kebun	6124,82	0,4	2449,928	
		Pemukiman	2330,15	0,6	1398,088	
		Rumput	41,56	0,07	2,9089	
		Sawah irigasi	3501,07	0,05	175,0534	
		Sawah tadah hujan	561,39	0,05	28,069	
		Tegalan	294,47	0,75	220,851	

(Sumber : Analisis Perhitungan)

Berdasarkan Tabel 5.5 rekapitulasi perhitungan nilai CP' merupakan langkah untuk mendapatkan data faktor penggunaan lahan dan pengelolaan tanaman yang di hitung berdasarkan perbedaan elevasi DAS Serayu. Dengan menggunakan *software* arcgis perhitungan nilai CP' diperlukan data tataguna lahan yang diperoleh dari peta administrasi suatu daerah yang selanjutnya diolah sehingga mendapatkan nilai dari luasan suatu daerah (*cacthmaent area*). Setelah semua parameter tersebut didapatkan maka dari analisis perhitungan diperoleh nilai CP' untuk setiap elevasi nya, dan dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Kemudian setelah semua parameter telah didapatkan nilainya, maka dapat ditentukan prediksi laju erosi (E) nya dengan Persamaan 3.4.

Berikut contoh perhitungan untuk elevasi 1750-2000 m:

$$A = E \times K \times L \times S \times C \times P$$

$$A = E \times K \times LS \times CP'$$

$$A = 8268.209 \times 0,271 \times 53,15 \times 0,646$$

$$A = 64945,52 \text{ Ton/Ha/Tahun}$$

D. Analisis Sedimen

Untuk menganalisis perhitungan besarnya sedimen pada suatu bendungan diperlukan beberapa parameter yaitu :SDR (*Sediment Delivery Ratio*), yang merupakan suatu perhitungan untuk memperkirakan besarnya hasil sedimen dari suatu tangkapan air. Kemudian parameter yang kedua yaitu SY (laju sedimen potensial) yang merupakan angkutan sedimen per satuan DAS per satuan waktu, dan parameter yang terakhir yaitu volume sedimen total (Vs), yang merupakan total volume dari konversi anatar nilai laju sedimen dan luasan yang dibagi dengan berat jenis tanah yang ada di area tersebut. Berikut perhitungan ketiga parameter tersebut.

perhitungan nilai SDR (*Sedimen Delivery Ratio*)

1. *Sediment Delivery Ratio* (SDR)

Digunakan persamaan 3.11, yaitu :

$$SDR = 0,41 A_{das}^{-0,3}$$

$$SDR = 0,41 \times 10059,68^{-0,3}$$

$$SDR = 0,012$$

2. Perhitungan Laju Sedimen Potensial (SY) Laju sedimen yang terjadi dapat dihitung dengan Persamaan 3.12, yaitu:

$$SY = SDR \times E$$

$$SY = 0,012 \times 615428.026$$

$$SY = 7385,1363 \text{ Ton/Ha/Tahun}$$

3. Perhitungan Volume Sedimen Total (V_s) menggunakan Persamaan 3.13 sebagai berikut:

$$V_s = \frac{SY \times Adas}{\text{Berat Jenis Sedimen}}$$

$$V_s = \frac{7385,1363 \times 100598,68}{2,66}$$

$$V_s = 279,93 \text{ Juta.m}^3/\text{Tahun}$$

Rekapitulasi perhitungan laju erosi dan sedimentasi dengan metode USLE dapat dilihat pada Tabel 5.6

No	Elevasi (m)	Luas (Ha)	E (Ton.M/Ha.cm)	K	LS	CP	Erosi (A = E × K × LS × CP) (Ton/Ha/Tahun)	SDR	SY (Laju Sedimen Potensial) (Ton/Ha/Tahun)	Volume Sedimen (Juta/m ³ Tahun)
1	2750 -3014	37,25	8268.21	0,271	94,76	0,75	159245.4766	0,012	7385.1363	279298859
2	2500-2750	102,19	8268.21	0,271	84,52	0,67673	128160.9469			
3	2250-2500	421,16	8268.21	0,271	82,5	0,51769	95698.36411			
4	2000-2250	3438,18	8268.21	0,271	60,45	0,62224	84282.0364			
5	1750-2000	4356,17	8268.21	0,271	53,15	0,64609	76944.41063			
6	1500-1750	7662,48	8268.21	0,271	25,32	0,59715	33878.79285			
7	1250-1500	29249,89	8268.21	0,271	13,09	0,61573	18059.70908			
8	1000-1250	104,73	8268.21	0,271	19,42	0,16869	7340.39369			
9	750-1000	19046,74	8268.21	0,271	8,35	0,35262	6597.421113			
10	500-750	22725,60	8268.21	0,271	4,87	0,47841	5220.47475			
11	242-500	13454,31	8268.21	0,271	9,042	0,32125	6508.612687			
Total		100598,68					615428.026			

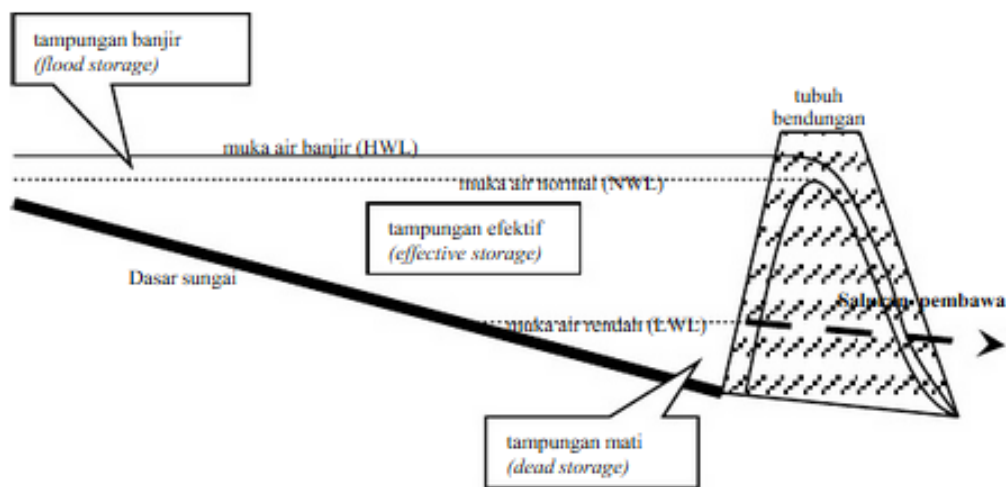
(sumber : Analisis Perhitungan)

Tabel 5.6 Rekapitulasi perhitungan laju erosi dan sedimentasi

E. Analisis Kapasitas Bendungan Akibat Limpasan Sedimen

Bendungan Mrica di Banjarnegara merupakan Bendungan PLTA Panglima Besar Sudirman yang ada di Kabupaten Banjarnegara. Waduk Mrica dibuat dengan membendung Kali Serayu. Tujuan utama dibangunnya Waduk Mrica adalah untuk PLTA dengan kapasitas terpasang 180,93 MW, selain itu Waduk Mrica dimanfaatkan untuk irigasi DI Banjarcayana seluas 6.550 ha dan DI Penaruban seluas 900 ha.

Dalam struktur tampungan waduk memiliki fungsi tampungan yang dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu : tampungan mati (*dead storage*), tampungan efektif (*effective storage*) dan tampungan tambahan yang biasanya digunakan untuk pengendalian banjir (*flood storage*). Pembagian daerah tampungan pada waduk dapat dilihat pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Pembagian daerah (*zone*) tampungan pada waduk (Linsley, 1985 :164)

Permukaan genangan normal (*normal water level*) adalah elevasi maksimum yang dicapai oleh kenaikan permukaan bendungan pada kondisi operasi biasa. Pada kebanyakan bendungan genangan normal ditentukan oleh elevasi mercu pelimpah atau puncak pintu - pintu pelimpah.

Permukaan genangan minimum (*low water level*) adalah elevasi terendah yang diperoleh bila genangan dilepaskan pada kondisi normal. Permukaan ini dapat ditentukan oleh elevasi dari bangunan pelepasan (*intake*) terendah didalam bendungan atau pada elevasi minimum yang diisyaratkan untuk operasi turbin – turbin nya (pada bendungan yang dioperasikan untuk pembangkit listrik).

Tampungan efektif (*efetive storage*) merupakan tampungan yang terletak diantara permukaan genangan minimum dan genangan normal.

Tampungan mati (*dead storage*) merupakan tampungan dibawah genangan minimum yang dicadangkan untuk menangkap sedimen dan apabila volume sedimen yang tertangkap lebih besar dari kapasitas yang dicadangkan berarti usia bendungan tersebut telah berakhir.

Untuk menentukan kapasitasnya dalam mengontrol atau menampung sedimen tiap tahunnya, pihak pengelola bendungan melakukan pengecekan teratur terhadap kapasitas bendungan, di dapatkan hasil pengecekan yaitu sebesar :

1. Tampungan Mati/ Tetap (V_a) = 101,99 juta m^3
2. Tampungan Kontrol (V_b) = 148,29 juta m^3

Untuk mengetahui besarnya volume sedimen yang terlimpas ke bangunan Bendungan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Vol.Sedimen Limpasan} &= \text{Vol. Sedimen Total} - \text{Tampungan} \\ &\quad \text{Mati / Tetap} \\ &= 279,93 - 101,99 \\ &= 177,94 \text{ juta } m^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan data yang telah di analisis, didapatkan hasil bahwa kapasitas total bangunan Bendungan Mrica, Banjarnegara adalah sebesar 101,99 juta m^3 . Dengan volume sedimen yang mengalir pada sub DAS Bendungan Mrica sebesar 279,93 juta m^3 /Tahun, maka volume sedimen yang akan terlimpas ke bangunan Bendungan Mrica, Banjarnegara adalah sebesar 177,94 juta m^3 . Sehingga dengan

perolehan hasil tersebut dapat dikatakan jika Bendungan Mrica tidak mampu untuk menampung volume angkutan sedimen yang terjadi. Hal ini dikarenakan kapasitas Bendungan Mrica yang lebih kecil yaitu sebesar 101,99 juta m³ sehingga perlu diadakan penanggulangan dari pihak pengelola Bendungan Mrica, Banjarnegara agar tidak terjadi bencana sedimen.