

ANALISA TAMPUNGAN SEDIMEN CHECKDAM BATANG KURANJI SEGMENT TENGAH DI KOTA PADANG PROPINSI SUMATRA BARAT

Nofrizal

Email: nofri_sk@yahoo.com . nofrizal6063@gmail.com

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Padang

Abstrak

Akibat dilakukan galian C di Batang Kuranji yang menyebabkan tebing sungai menjadi rawan longsor, sehingga sedimen yang terbawa dan sedimen yang masuk pada aliran Sungai Batang Kuranji pada galodo yang terjadi, dengan jumlah sedimen yang dihasilkan galian C dan longsor tebing, maka perlu upaya di bangun bangunan pengendali sedimen (*check dam*) untuk mengatasi permasalahan penurunan dasar Sungai (*degradasi*). Data curah hujan didapatkan dari peta topografi serta stasiun Gunung Nago, stasiun Batu Busuk dan stasiun Gunung Sarik dari tahun 2006 sampai 2015. Dari analisa hidrologi didapat curah hujan rencana (R_{100th}) 285,21 m³/dtk dengan menggunakan metode Gumbel, metode log person III dan log Normal. Debit banjir rencana untuk periode ulang 100 tahun digunakan metode Rasional didapatkan (Q_{100th}) 308,36 m³/dtk. Bangunan *check dam* direncanakan tipe pelimpah (*head work*) dengan tinggi check dam 4 m. Kemiringan tubuh dibagian hulu 10 : 8, tinggi sub dam 1 m, panjang apron 15 m, tebal lantai apron 1,6 m, dengan estimasi volume aliran sedimen yang dapat ditampung sebesar 120,15 m³ / sekali banjir. Stabilitas konstruksi *check dam* diperhitungkan terhadap guling dengan koefisien keamanan = 1,5 > 1,2, geser 1,7 > 1,2, sehingga konstruksi check dam stabil dan dasar sungai stabil terhadap *degradasi*.

Kata kunci : Batang Kuranji, ebit banjir, sedimen, check dam

PENDAHULUAN

Propinsi Sumatera Barat merupakan Daerah dengan hujan yang cukup tinggi, kondisi Topografi yang bergunung-gunung. Di beberapa tempat, kondisi geologi regionalnya banyak mempunyai daerah patahan. Kondisi tersebut berdampak pada dinamika topografi sungai-sungai yang berada di provinsi ini dan mempunyai potensi daya rusak air yang cukup tinggi. Sungai-sungai dengan kondisi alam seperti tersebut rawan terhadap bencana alam, antara lain: longsor tebing sungai, banjir bandang (Galodo), dan fenomena lain juga mengakibatkan terjadinya longsor, pendangkalan, dan penumpukan sedimen, di sebabkan aktivitas penambangan, di sungai Batang Kuranji yang terus berlangsung mengakibatkan tingginya laju penurunan dasar sungai dan memicu kerusakan bangunan sungai serta tebing sungai yang alami dan landai mengakibatkan tingginya terjadi longsor tanah. Proses ini mengakibatkan terjadinya sedimentasi pada ruas sungai tertentu, ditambah lagi kondisi sungai yang berkelok-kelok dan memiliki penyempitan penampang sungai yang mengurangi kapasitas alir. Pengurangan kapasitas ini berdampak negatif berupa ancaman banjir pada saat terjadi aliran besar pada sungai tersebut di musim penghujan berikutnya.

Untuk mengatasi hal tersebut, maka direncanakan pembuatan bangunan pengendali sedimen (*Check Dam*) agar pendangkalan akibat dari penumpukan sedimen yang terjadi dihilu sungai batang kurangi dapat teratasi.

MATERIAL DAN METODOLOGI

1. Dam Pengendali Sedimen

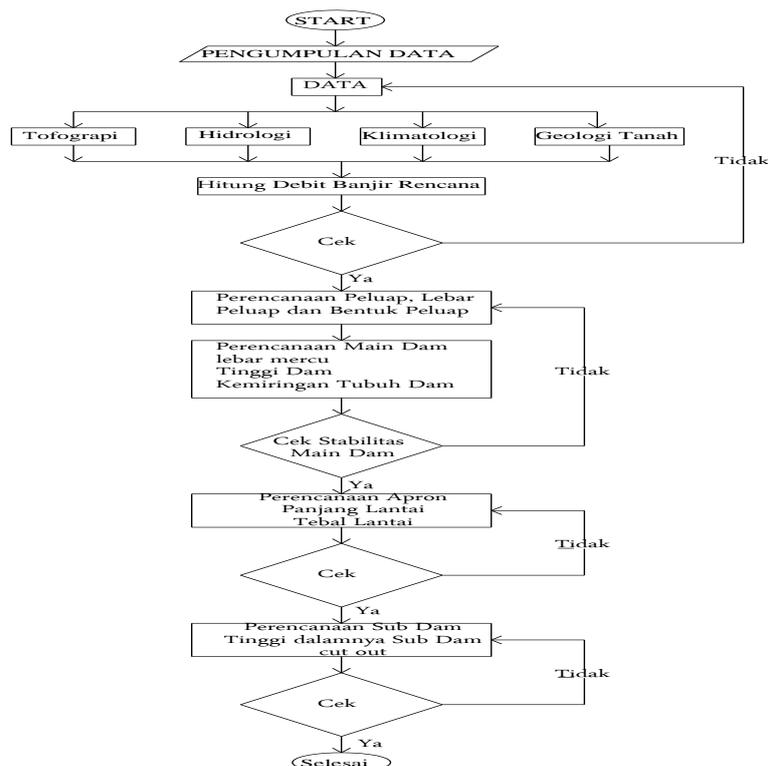
a. Bagian Bangunan

Dam Pengendali Sedimen atau dam Sabo merupakan salah satu dari beberapa struktur bangunan pengendali sedimen yang mempunyai peranan paling dominan dalam mengendalikan sedimen. Komponen dam utama terdiri dari:

1. Pelimpah (*spillway*), terdiri dari ambang pelimpah (*spillway crest*) dan dinding pelimpah (*spillway side*).
2. Sayap (*wing*) dan ambang sayap (*wingcrest*).
3. Sisi miring hulu dan hilir tubuh dam (*back face and front face slopes*).
4. Lubang alir (*drainage hole*).

b. Desain Dam Pengendalia Sedimen

Desain suatu dam pengendali sedimen atau dam Sabo dibuat sesuai dengan fungsi dan stabilitas bangunan berdasarkan perencanaan dasar Sabo. Dam Sabo pada umumnya adalah gravity dam atau dam gaya berat, dimana stabilitas tubuh dam didasarkan pada berat sendiri. Perhitungan gaya luar yang bekerja pada tubuh dam Sabo di wilayah aliran debris (*debris flow area*) berbeda dengan dam Sabo yang berada di wilayah kenaikan dasar sungai bertahap (*gradual sediment agradations*). (Togatorop , dkk , 2014).Dalam penelitian ini seperti dijelaskan pada flow chat berikut ini.



Gambar Folw Chart Alur Penelitian

ANALISA DAN PEMBAHASAN

1. Analisa Hidrologi

a. Data Curah Hujan

Pada penulisan Tugas Akhir "Analisa Struktur Check Dam Batang Kuranji Segmen Tengah Di Kota Padang Propinsi Sumatra Barat" Stasiun curah hujan yang digunakan untuk menghitung debit aliran Batang kuranji ini adalah Stasiun Batu Busuk, Stasiun Gunung Nago Dan Stasiun Gunung Sarik data curah hujan harian selama 10 tahun dari tahun 2004 sampai tahun 2013.

Tabel 4.1 Persentasi Luas Das Setiap Stasiun

Stasiun	Luas (KM2)	Persentase %
Batu Busuk	46,760	56,01
Gunung Nago	22,9076	27,44
Gunung Sarik	13,8213	16,55
Jumlah	83,489	100,000

Tabel 4.2 Data Curah Hujan

NO	TAHUN	STASIUN		
		BATU BUSUK	GUNUNG NAGO	GUNUNG SARIK
1	2006	155	270,2	326
2	2007	175	98	325
3	2008	155	239	89
4	2009	87	196	82
5	2010	56	180	215
6	2011	115	170	155
7	2012	145	140	152
8	2013	169	191	174
9	2014	133	139	153
10	2015	191	231	145

b. Analisa Debit Banjir Rencana

Metoda Rasional

Untuk menghitung debit dengan metoda ini sebagai berikut :

Tabel 4.11 Debit Banjir Rencana Dengan Metode Rasional

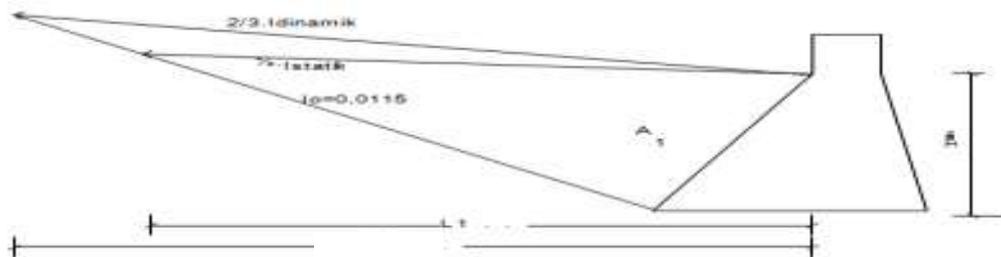
No	Periode Ulang	A	Rt	L	s	C	w	tc	I	Qt (m ³ /dt)
	(Tahun)									
1	2	83488900	152.81	32.41	0.8	0.500	9.06	1.05	51.25	165.21
2	5	83488900	188.33	32.41	0.8	0.500	9.06	1.05	63.16	203.62

3	10	83488900	211.78	32.41	0.8	0.500	9.06	1.05	71.03	228.97
4	25	83488900	241.41	32.41	0.8	0.500	9.06	1.05	80.97	261.01
5	50	83488900	263.39	32.41	0.8	0.500	9.06	1.05	88.34	284.77
6	100	83488900	285.21	32.41	0.8	0.500	9.06	1.05	95.66	308.36
7	200	83488900	306.92	32.41	0.8	0.500	9.06	1.05	102.94	331.83

Analisa Perencanaan Check Dam

1. Perhitungan Kapasitas Check Dam

Tinggi checkdam dari dasar sungai direncanakan setinggi 4 m dari dasar sungai bagian hulu dengan lebar rata-rata sungai adalah 50 m.



Gambar Perbandingan Death Storage(A1) dengan Control Storage (A2)

$$\tan\theta = 0,0109$$

$$n = \frac{1}{\tan\theta} \rightarrow n = \frac{1}{0,0109} = 9,18 \text{ m}$$

$$L = 2 \cdot n \cdot H$$

$$L = 2 \times 9,18 \times 4 = 73,44 \text{ m}$$

$$L' = 4 \cdot n \cdot H$$

$$L' = 4 \times 9,18 \times 4 = 146,88 \text{ m}$$

$$A_1(\text{death storage}) = \frac{1}{2} \times 4 \times 146,88 \text{ m} = 293,76 \text{ m}^2$$

$$A_2(\text{Control storage}) = \frac{A_1}{2} = \frac{293,76}{2} = 146,88 \text{ m}^2$$

Luas tampungan total :

$$V_{\text{tampung}} = (A_1 + A_2) \times B$$

$$V_{\text{tampung}} = (293,76 + 146,88) \times 50 \text{ m} = 22032 \text{ m}^3$$

2. Merencanakan Dimensi Pelimpah

a. Menghitung Debit yang Melewati Pelimpah

$$Q_d = (1 + \alpha) \cdot Q_w$$

Langkah perhitungan :

1. Data :

$\alpha = C_c =$ Konsentrasi aliran sedimen

$$= 0,0246$$

$Q_w =$ Debit banjir

$$\text{rencana periode 100 Tahun} = 308,36 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Hitung Debit yang melewati pelimpah

$$Q_d = (1 + \alpha)Q_w$$

$$Q_d = (1 + 0,0246)308,36 = 315,94 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Maka debit yang melewati pelimpah dengan debit puncak 100 tahun adalah 315,94 m³/dt. Debit yang mengalir diatas pelimpah Qd=Q

b. Perencanaan Pelimpah

Dalam merencanakan pelimpah digunakan rumus :

$$Q = \frac{2}{15} \cdot C \cdot \sqrt{(2g)} \cdot (3B1 + 2B2) \cdot H3^{3/2}$$

Langkah perhitungan :

1. Data :

- Q = Debit diatas pelimpah
= 315,94 m³/dt
- C = Koefisien debit
= 0,6 diasumsikan
- g = Percepatan gravitasi
= 9,81 m/dt²
- B1 = Lebar Pelimpah bagian bawah (m)
- B2 = Lebar Pelimpah bagian atas (m)
- W = Tinggi jagaan (m)
- m = Kemiringan tepi Pelimpah
= 0,5 direncanakan
- B = Lebar sungai
= 50 m
- H3 = Tinggi air diatas pelimpah

2. Hitung lebar pelimpah bagian atas

$$B2 = 80\% \times \text{lebar sungai}$$

$$B2 = 80\% \times 50 = 40 \text{ m}$$

3. Hitung tinggi air diatas pelimpah

$$Q = \frac{2}{15} \cdot C \cdot \sqrt{(2g)} \cdot (3B1 + 2B2) \cdot H3^{3/2}$$

$$Q = \frac{2}{15} \cdot 0,6 \cdot \sqrt{(2 \times 9,81)} \cdot (3B1 + 2B2) \cdot H3^{3/2}$$

$$Q = (1,06 \cdot B1 + 0,71 \cdot B2) H3^{3/2}$$

$$B1 = B2 - (2 \cdot m \cdot H3)$$

$$B1 = 40 - (2 \times 0,5 \times H3) = 40 - H3$$

Maka :

$$Q = (1,06 (40 - H3) + 0,71 \times 40) H3^{3/2}$$

$$315,94 = (40 - 1,06H3) + 28,4 H3^{3/2}$$

$$315,94 = (68,4 - 1,06H3) H3^{3/2}$$

$$315,94 = (68,4 H3^{3/2} - 1,06H3^{5/2})$$

Didapat dari *Trial and Error*

$$H3 = 4,50 \sim 4,50 \text{ (dibulatkan)}$$

Jadi Tinggi Air diatas Pelimpah = **4,50 m**

4. Hitung lebar pelimpah bagian bawah

$$B1 = B2 - (2 \cdot m \cdot H3)$$

$$B1 = 40 - (2 \times 0,5 \times H3) = 40 - H3$$

$$B1 = 40 - 4,50 = 35,5\text{m}$$

Karena debit $200 < Q$, maka diambil tinggi jagaan (W) = 0,8 m

Untuk menghitung kemiringan *main dam* bagian hulu, digunakan rumus *Anonymous*

$$(1 + \alpha)m^2 + [2(n + \beta) + n(4\alpha + \gamma) + 2 \cdot \alpha \cdot \beta]m - (1 + 3\alpha) + \alpha \cdot \beta(4n + \beta) - \gamma(3n\beta + \beta + n^2) = 0$$

Langkah perhitungan :

a. Data :

$$n = \text{Kemiringan Tubuh Dam bagian Hilir} = 0,2$$

$$\alpha = \frac{H3}{H} = \frac{\text{Tinggi Air diatas Mercu}}{\text{Tinggi Main Dam}} = \frac{4,50\text{m}}{4\text{m}} = 1,12$$

$$\beta = \frac{b_1}{H} = \frac{\text{Lebar Mercu Main Dam}}{\text{Tinggi Main Dam}} = \frac{35,5\text{ m}}{4\text{m}} = 8,8$$

$$\gamma = \frac{\gamma_c}{\gamma_w} = \frac{\text{Berat Isi Bahan Dam}}{\text{Berat Isi Air}} = \frac{2,2\text{t/m}^3}{1\text{t/m}^3} = 2,2$$

$$m = \text{Kemiringan Main Dam bagian Hulu}$$

b. Hitung kemiringan *Main Dam* bagian hulu

$$(1 + 1,12)m^2 + [2(0,2 + 8,8) + 0,2(4 \times 1,12 + 2,2) + 2 \times 1,12 \times 8,8]m - (1 + 3 \times 1,12) + 1,12 \times 8,8(4 \times 0,2 + 8,8) - 2,2(3 \times 0,2 \times 8,8 + 8,8 + 0,2^2) = 0$$

$$2,2m^2 + 22,92m - 19,872 = 0$$

Untuk mendapatkan akar-akar persamaan kuadrat m , digunakan rumus :

$$\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

$$= \frac{-22,92 \pm \sqrt{22,92^2 - 4 \times 2,2 \times 19,872}}{2 \times 2,2}$$

$$m_1 = \frac{-22,92 + \sqrt{700,2}}{4,4} = 0,804 \dots \dots \text{memenuhi}$$

$$m_2 = \frac{-22,92 - \sqrt{700,2}}{4,4} = 11,22 \dots \text{tidak memenuhi}$$

Dari kedua nilai akar-akar persamaan kuadrat diatas, nilai m_1 dapat diambil sebagai kemiringan *main dam* bagian hulu = 0,804~ **0,8**

Dengan demikian maka diambil kemiringan *main dam* bagian hulu = **0,8**

Kemiringan Main Dam = Kemiringan Sub Dam

2. Menghitung Lebar Dasar Main Dam

Langkah perhitungan :

a. Data :

$$Q_{100} = 308,36\text{m}^3/\text{dt}$$

$$m = 0,8$$

$$\begin{aligned} n &= 0,2 \\ b &= 2 \text{ m} \\ H &= \text{Tinggi main dam diatas fondasi} = 4 \text{ m} \end{aligned}$$

- b. Hitung lebar *Main Dam* bagian bawah diatas tanah dasar (b_2)

$$\begin{aligned} b_2 &= b_1 + m \times H + n \times H \\ b_2 &= 2,00 + (0,8 \times 4) + (0,2 \times 4) = 6 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Merencanaan Sub Dam dan Lantai (*Apron*)

Langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} H &= \text{Tinggi Main Dam dari permukaan lantai (Apron)} = 4 \text{ m} \\ H_3 &= \text{Tinggi air diatas mercu Main Dam} = 4,50 \text{ m} \\ Q_d &= \text{Debit diatas mercu Main Dam} = 308,36 \text{ m}^3/\text{dt} \\ g &= \text{Percepatan gravitasi} = 9,81 \text{ m}/\text{dt}^2 \\ B_1 &= \text{Lebar pelimpah bagian bawah} = 35,5 \text{ m} \\ \beta &= \text{Koefisien} (4,5 \sim 5,0) \\ B &= \text{Lebar sungai} = 50 \text{ m} \end{aligned}$$

- a. Jarak Antara *Main Dam* dengan *Sub Dam*

$$\begin{aligned} L &= (1,5 \sim 2,0) \times (H_1 + H_3) \\ L &= (1,5 \sim 2,0) \times (4 + 4,50) \\ L &= 12,75 \sim 17 \text{ m (diambil 15 m)} \end{aligned}$$

- b. Tinggi *Sub Dam*

$$\begin{aligned} H_2 &= (\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}) \times H_1 \\ H_2 &= (\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}) \times 4 \\ H_2 &= 1,33 \sim 1 \text{ (diambil 1 m)} \end{aligned}$$

- c. Hitung debit persatuan lebar pelimpah (q_o)

$$\begin{aligned} q_o &= \frac{Q_d}{B_1} \\ q_o &= \frac{308,36}{35,5} = 8,68 \text{ m}/\text{dt}/\text{m} \end{aligned}$$

- d. Hitung kecepatan aliran (V_o)

$$\begin{aligned} V_o &= \frac{q_o}{H_3} \\ V_o &= \frac{8,68}{4,50} = 1,95 \text{ m}/\text{dt} \end{aligned}$$

- e. Hitung panjang terjunan (L_w)

$$\begin{aligned} L_w &= V_o \left[\frac{2 \left(H + \frac{1}{2} H_3 \right)}{g} \right]^{\frac{1}{2}} \\ L_w &= 1,95 \left[\frac{2 \left(4 + \frac{1}{2} \cdot 4,50 \right)}{9,81} \right]^{\frac{1}{2}} = 2,20 \end{aligned}$$

- f. Hitung kecepatan aliran diatas titik terjunan (V_1)

$$V_1 = \sqrt{(2g(H + H_3))}$$

$$V_1 = \sqrt{(2 \times 9,81(4 + 4,50))} = 12,91 \text{ m/dt}$$

g. Hitung tinggi air pada titik jatuh terjunan (h_1)

$$h_1 = \frac{q_0}{V_1}$$

$$h_1 = \frac{8,64}{12,91} = 0,7 \text{ m}$$

h. Angka Froude pada aliran titik terjunan (Fr)

$$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{(g \times h_1)}}$$

$$F_1 = \frac{12,91}{\sqrt{(9,81 \times 0,7)}} = 4,92$$

$4,92 > 1$ Aliran superkritis

i. Hitung tinggi loncatan air dari permukaan lantai s/d diatas mercu *Sub Dam* (h_j)

$$h_j = \frac{h_1}{2} (\sqrt{1 + 8 \cdot Fr^2} - 1)$$

$$h_j = \frac{0,7}{2} (\sqrt{1 + 8 \times 4,92^2} - 1) = 4,53 \text{ m}$$

j. Hitung panjang loncatan air (X), nilai β diambil = 4,5

$$X = \beta \times h_j$$

$$X = 4,5 \times 4,53 = 20,38 \text{ m}$$

k. Hitung debit persatuan lebar sungai (q_1)

$$q_1 = \frac{Q_d}{B}$$

$$q_1 = \frac{308,36}{50} = 6,16 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{m}$$

l. Hitung tinggi air diatas *Sub Dam* (Y_c)

$$Y_c = \sqrt[3]{\left(\frac{q_1^2}{g}\right)}$$

$$Y_c = \sqrt[3]{\left(\frac{6,16^2}{9,81}\right)} = 0,346 \text{ m}$$

Dikarenakan sedimen-sedimen berukuran besar telah tertahan pada hulu *main dam* maka diambil lebar mercu *sub dam* (b_3) = 1 m

m. Tebal lantai olakan (t)

$$t = 0,1(0,6H + 3H_3 - 1)$$

$$t = 0,1((0,6 \times 4 + 3 \times 4,50) - 1) = 1,68 \text{ m} \sim 1,6 \text{ m}$$

n. Lebar dasar *Sub Dam* (b_4)

$$b_4 = b_3 + m \cdot H_2 + n \cdot H_2$$

$$b_4 = 1 + (0,8 \times 1) + (0,2 \times 1) = 1,5 \text{ m} \sim 2. \text{ M}$$

Kesimpulan

Dari hasil Analisa yang Penulis lakukan pada tugas Akhir ini, dengan di dukung oleh data – data pendukung seperti : peta topoqrafi dan data hidrologi, maka penulis dapat di ambil beberapa kesimpulan antarlain:

1. Melihat permasalahan yang terjadi pada sungai Batang Kuranji yaitu permasalahan sedimen dan banjir yang cukup serius, maka pada batang kuranji perlu di lakukan pembangunan Check Dam .
2. Dari hasil perhitungan Hidrologi di dapat:
 - a. Untuk Curah Hujan periode ulang dengan metode Gumbel dan logperson. Dari kedua metode tersebut maka di dapat nilai rata – rata hasil perhitungan **R 272,375 mm/hari**.
 - b. Analisa debit banjir Rencana menggunakan metode Rasional . Dari metode tersebut di ambil Q100 yang mendekati Q100 rata – rata yaitu hasil perhitungan **Q100 = 308,36 m³/dt**
3. Hasil Analisa Struktur Check Dam didapat dimensi peluap, kemiringan main dam , dimensi sub dam , dimensi apron dan volume tampung check dam.
4. Stabilitas bangunan checkdam di tinjau terhadap gaya guling (*overtuning*), gaya geser (*sliding*), terhadap eksentrisitas dan tegangan tanah (*overstressing*), dari hasil semua peninjauan tersebut di dapatkan hasil yang memenuhi syarat ke amanan yang telah di tentukan .

DAFTAR PUSTAKA

- Pratama , dkk,2014,Perancangan Check Dam Premuka Untuk Mengatasi Sedimentasi di Banjir Kanal Barat Kota Semarsng.*
- Rahayu, dkk,2017,Evaluase pungsi bangunan pengendali sedimen (Check Dam) pengkol berdasarkan perubahan tata guna lahan kali keduang Kabupaten Wonogiri.*
- Togatorop,2016,Analisis sedimentasi di Check Dam.*
- Inabah , 2017,Perencanaan Check Dam sebagai pengendali sedimen pada sungai Yeh Mas Desa Tukat sumaga Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng Bali.*
- Wijayanto,dkk,2014,Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen Daerah aliran Sungai Kreo Kotan Semarang.*
- Kaharuddin , dkk,2014,Kajian Pengendalian laju sedimen dengan bangunan pengendali di DAS hulu Batang Gadis Propinsi Sumatra Utara.*
- Lopa,dan Maricar 2013,Studi wawasan bangunan pengendali sedimen yang berwawasan Lingkungan.*