

ANALISIS PERENCANAAN *CHECK DAM* PADA SUNGAI BATANG INDRAPURA KECAMATAN PANCUNG SOAL

SYOFYAN.Z

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Padang

Abstract: *Description Alternativ Due to the free mining of inderapura trunks, the river cliffs are prone to landslides, so that the carried sediment and sediment that enters the Batang Inderapura River accumulates, with the amount of sediment produced by mining and cliff landslides, it is necessary to build sediment control buildings (check dam) to solve the problem of riverbed subsidence (degradation). Rainfall data were obtained from topographic maps as well as Tapan / Alang Ramba stations and Tapan / Bakir stations from 2002 to 2011. From the hydrological analysis, the planned rainfall (R_{100th}) was 327.88 m³ / s using the Polygon Thissen method, log person III method. and Normal log. The flood discharge plan for the return period of 100 years using the Rational method is obtained (Q_{100th}) 1666.43 m³ / sec. The check dam building is planned overflow type (head work) with a check dam height of 4 m. The slope of the body upstream is 10:29, the height of the sub dam is 1 m, the length of the apron is 20 m, the thickness of the apron floor is 2 m, with an estimated volume of sediment flow that can be accommodated at 725334 m³ / once flood The stability of the check dam construction is calculated against rolling with a safety coefficient of = 1.5 1.2, shear 1.33 1.2, so that the check dam construction is stable and the river bed is stable against degradation.*

Keywords: *check dam, Batang Indrapura, sediment, Pancung Soal District*

Abstrak: Akibat bebasnya penambangan di batang inderapura yang menyebabkan tebing sungai menjadi rawan longsor, sehingga sedimen yang terbawa dan sedimen yang masuk pada aliran Sungai Batang Inderapura menumpuk, dengan jumlah sedimen yang dihasilkan penambangan dan longSORan 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 Tapan/Alang Ramba dan stasiun Tapan/Bakir dari tahun 2002 sampai 2011. Dari analisa hidrologi didapat curah hujan rencana (R_{100th}) 327,88 m³/dtk dengan menggunakan metode Polygon Thissen, metode log person III dan log Normal. Debit banjir rencana untuk periode ulang 100 tahun digunakan metode Rasional didapatkan (Q_{100th}) 1666,43 m³/dtk. Bangunan check dam direncanakan tipe pelimpah (head work) dengan tinggi check dam 4 m. Kemiringan tubuh dibagian hulu 10 : 29, tinggi sub dam 1 m, panjang apron 20 m, tebal lantai apron 2 m, dengan estimasi volume aliran sedimen yang dapat ditampung sebesar 725334 m³ / sekali banjir. Stabilitas konstruksi check dam diperhitungkan terhadap guling dengan koefisien keamanan = 1,5 > 1,2, geser 1,33 > 1,2, sehingga kontruksi check dam stabil dan dasar sungai stabil terhadap degradasi.

Kata kunci : check dam, Batang Indrapura, sedimen, Kecamatan Pancung Soal

A. Pendahuluan

Sungai merupakan sumber air yang menampung dan mengalirkan air serta material bahan yang dibawanya dari bagian hulu. Aliran sungai mengalir dari daerah tinggi ke daerah yang lebih rendah dan pada akhirnya akan bermuara ke laut. Daerah

tangkapan sungai adalah dimana sungai mendapat air dan merupakan daerah tangkapan hujan. Arah sungai mengalir akan selalu dihubungkan oleh suatu jaringan. Arah dimana cabang dan arah sungai mengalir ke sungai yang lebih besar akan membentuk suatu pola aturan tertentu. Pola yang terbentuk tergantung dengan kondisi topografi, geologi dan iklim yang terdapat di dalam DAS tersebut dan secara keseluruhan akan membentuk karakteristik sungai.

Gerusan merupakan suatu proses alamiah (terjadi di sungai atau saluran) akibat pengaruh morfologi sungai atau adanya bangunan air. Gerusan didefinisikan sebagai pembesaran dari suatu aliran bersama dengan pemindahan material melalui aksi gerakan fluida. Gerusan lokal terjadi pada suatu kecepatan aliran, sedimen yang di transport lebih besar dari sedimen yang disuplai. Transport sedimen bertambah dengan meningkatnya tegangan geser sedimen, gerusan terjadi ketika perubahan kondisi aliran menyebabkan peningkatan tegangan geser pada dasar sungai.

Kondisi diatas terjadi juga pada Sungai Batang Indrapura Kabupaten Pesisir Selatan. Sungai Batang Indrapura sering menimbulkan banjir. Karena sungai ini merupakan induk sungai di kecamatan Pancung Soal. Pemerintah Kabupaten Pesisir Selatan melakukan normalisasi sungai, pengerukan sungai yang telah dangkal serta dilakukan pembuatan tanggul atau *cek dam*.

Berdasarkan kondisi tersebut, maka diperlukan adanya perencanaan suatu konstruksi check dam untuk mempertahankan elevasi dasar Sungai Batang Indrapura Kabupaten Pesisir Selatan. Karena dengan metode pelurusan sungai tidak akan mampu mengurangi banjir berdasarkan studi kelayakan yang telah dilakukan. Oleh karena itu, lokasi perencanaan struktur check dam dalam penelitian ini difokuskan di Sungai Batang Indrapura Kecamatan Pancung Soal, Kabupaten Pesisir Selatan.

B. Metodologi Penelitian

Langkah awal studi Analisa Struktur *Check Dam* ini adalah dimulai dengan melakukan pengumpulan data – data serta aspek – aspek yang di butuhkan dalam Analisis Perencanaan Check Dam Pada Sungai Batang Indrapura Kecamatan Pancung Soal. Adapun data-data yang dibutuhkan dalam Analisa Struktur Check Dam adalah sebagai berikut:

- 1) Data Topografi, yaitu peta yang meliputi seluruh daerah aliran sungai (DAS) yang menggambarkan tentang keadaan medan / kondisi dari lokasi baik sebelah hulu maupun sebelah hilir dari *check dam* Batang Indrapura (Putra, dkk, 2016).
- 2) Data Hidrologi, yaitu data curah hujan di daerah aliran sungai atau anak sungai yang masuk ke *check dam* Batang Indrapura, data ini mencakup beberapa stasiun yang ada di sekitar daerah tangkapan hujan dan vegetasi yang terdapat di daerah aliran sungai (DAS).
- 3) Data Geologi, yaitu data tentang kondisi permukaan tanah pada lokasi *check dam* Batang Indrapura, keadaan geologi lapangan kedalaman lapisan keras dan kelulusan tanah.
- 4) Standar Untuk Perencanaan, yaitu peraturan dan standar yang telah ditetapkan secara nasional seperti, kriteria perencanaan.

Lokasi Penelitian. *Check dam* Batang Indrapura pada Kecamatan Pancung Soal berada di Kabupaten Pesisir Selatan. Peta Topografi merupakan peta yang meliputi seluruh daerah aliran sungai yang meliputi peta situasi letak bangunan utama, gambar potongan memanjang dan melintang.

Check dam Batang Indrapura pada Kecamatan Pancung Soal berada di Kabupaten Pesisir Selatan.



Gambar 1 Peta Wilayah Penelitian (Sumber: Google Eart)

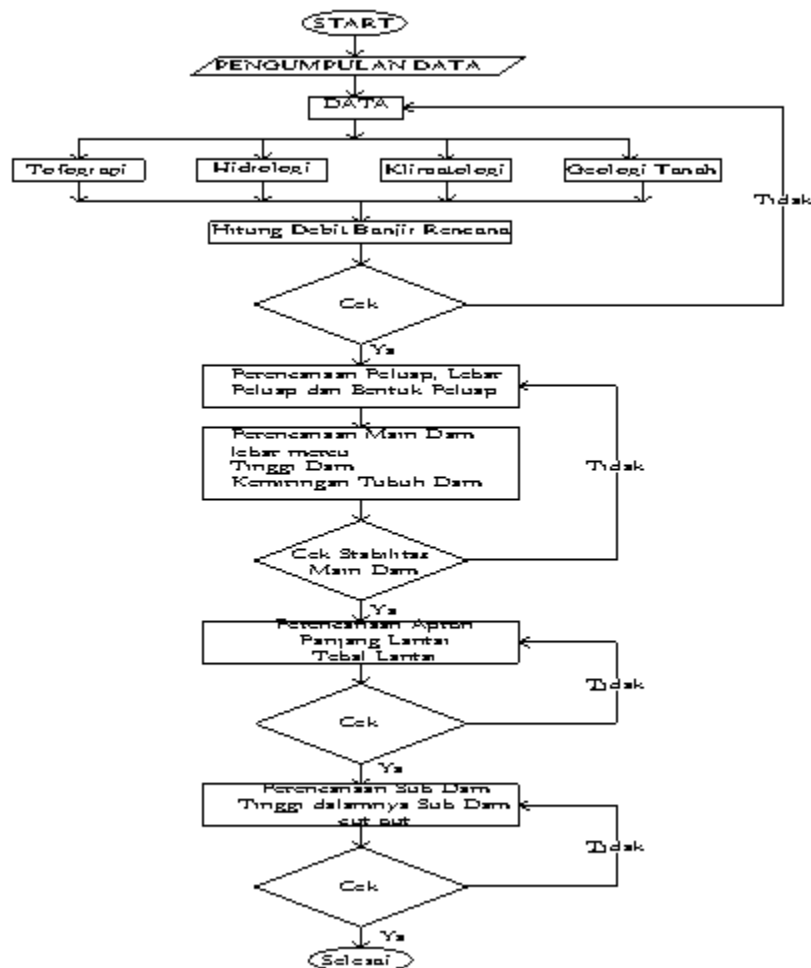
Geologi. Pola aliran atau susunan jaringan sungai pada suatu DAS merupakan karakteristik fisik setiap drainage *basin* yang penting, hal tersebut karena pola aliran sungai mempengaruhi efisiensi sistem drainase dan karakteristik hidrografis serta untuk mengetahui kondisi tanah dan permukaan DAS khususnya tenaga erosi dan sedimentasi. Berdasarkan peta Topographi DAS Batang Indrapura, terdapat beberapa susunan anak-anak sungainya, antara lain tipe denritik yang berada di bagian hulu Batang Indrapura yang beberapa anak sungainya membentuk Tipe Sejajar yang dikombinasikan dengan tipe cabang pohon.

Hidrologi dan Klimatologi. Hidrologi yang berhubungan dengan curah hujan di suatu daerah studi. Curah hujan adalah kumpulan curahan hujan yang jatuh pada satu daerah melalui *presipitasi* (proses berubahnya uap menjadi air). Data curah hujan didapat dari Dinas PSDA Sumatera Barat, yang bersumber dari stasiun hujan yang meliputi daerah aliran sungai pada perencanaan *check dam* Batang Indrapura. Stasiun yang dekat dengan lokasi daerah pengaliran Batang Indrapura ini adalah stasiun curah hujan Tapan/Alang Ramba, Tapan/Bakir dan Nyiur Gading di Kabupaten Pesisir Selatan. Klimatologi adalah ilmu yang mempelajari tentang hal-hal yang berkaitan dan mempengaruhi keadaan cuaca pada suatu daerah. Mengetahui keadaan cuaca dapat digunakan untuk menentukan lajunya evapotranspirasi yang juga sangat bergantung pada jumlah penyinaran matahari dan radiasi matahari. Untuk melengkapi perencanaan bangunan *check dam* Batang Indrapura ini selain data hidrologi juga diperlukan data klimatologi (Soedibyoy, teknik bendungan, 1993).

Kondisi Masyarakat Setempat. Masyarakat yang bermukim disekitar daerah *check dam* Batang Indrapura sebagian besar bermata pencaharian sebagai penambang batu dan pasir. Penambangan ini telah terjadi dari puluhan tahun yang lalu, hal ini yang sudah menjadi kebiasaan serta perkebunan sawit yang telah menghabiskan hutan ratusan hektare.

Desain Konstruksi: 1) Mendesain dimensi pelimpah; 2) Menghitung lebar mercu pelimpah; 3) Merencanakan tinggi main dam; 4) Menentukan kemiringan bagian hilir main dam (n); 5) Menentukan kemiringan bagian hulu main dam (m); 6) Menghitung tebal lantai pada kolam olak (t); 7) Menghitung panjang kolam olak (L); 8) Menghitung tinggi sub dam (d); dan 9) Perhitungan stabilitas

Langkah Kerja Analisa Struktur *Check Dam*. Langkah kerja tinjauan perencanaan Check dam di Batang Indrapura ini dapat dilihat bagan alir yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Langkah Kerja Perencanaan *Check Dam*

C. Hasil dan Pembahasan

Analisa Hidrologi

Data curah hujan

Pada penulisan "Analisis Perencanaan *Check dam* Pada Sungai Batang Indrapura Kecamatan Pancung Soal" Stasiun curah hujan yang digunakan untuk menghitung debit aliran Batang Indrapura ini adalah Stasiun Tapan/Bakir dan Stasiun Tapan/Alang Ramba data curah hujan harian selama 10 tahun dari tahun 2002 sampai tahun 2011.

Tabel 1 Persentasi Luas Das Setiap Stasiun

Stasiun	Luas (KM2)	Persentase %
Tapan/alang ramba	98,940	67,12
Tapan/bakir	63,1100	32,88
Jumlah	162,05	100,00

Tabel 2 Perhitungan Curah Hujan Rencana

No	Tahun	Data Hujan Tahunan (mm)		Rh Rencana (mm)
		Tapan/Bakir	Tapan/Alang Ramba	
		32,88	67,12	
1	2002	130	130	130,00
2	2003	140	140	140,0
3	2004	130	130	130,0
4	2005	140	140	140,0
5	2006	140	140	140,0
6	2007	192	192	192,0
7	2008	241	240	240,5
8	2009	67	67	67,0
9	2010	115	119	117,0
10	2011	134	224	179,8

Tabel 3 Parameter Statik

No	Tahun	Rh Rencana (Xi)	Rh rata-rata	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
			(X)				
1	2002	130,0	147,63	-17,63	310,71	-5476,83	96539,72
2	2003	140,0	147,63	-7,63	58,17	-443,66	3383,74
3	2004	130,0	147,63	-17,63	310,82	-5479,70	96607,15
4	2005	140,0	147,63	-7,63	58,22	-444,19	3389,21
5	2006	140,0	147,63	-7,63	58,22	-444,19	3389,21
6	2007	192,0	147,63	44,37	1968,70	87351,08	3875767,48
7	2008	240,5	147,63	92,87	8624,84	800988,60	74387811,55
8	2009	67,0	147,63	-80,63	6501,20	-524191,51	42265561,13
9	2010	117,0	147,63	-30,63	938,20	-28736,97	880213,42
10	2011	179,8	147,63	32,14	1032,93	33197,58	1066944,70
Jumlah		1476,3		0,0	19861,99	356320,20	122679607,32
Sd	46,98						
Cs	0,48						
Ck	2,52						
Cv	0,32						

Tabel 4 Syarat Penggunaan Jenis Sebaran

No	Jenis Sebaran	Syarat	Perhitungan	Keterangan
1	Metode Gumbel	$Ck \leq 5.4002$	$Ck = 2,52$	memenuhi
		$Cs \leq 1.139$	$Cs = 0.48$	Memenuhi
2	metode Log normal	$Cs = 3Cv + Cv^3 = 0.64$	$Cs = 0.48$	Tidak Memenuhi
		$Ck = 0$	$Ck = 2,52$	Tidak Memenuhi
3	Metode Log Person Type III	$Cs \neq 0$	$Cs = 0.330$	Memenuhi
		$Ck = 1.5Cs(\ln X)^2 + 3 = 5,15$	$Ck = 2,52$	Tidak Memenuhi

Tabel 5 Uji Keselarasan Sebaran Dengan Chi – Kuadrat

N0	Probabilitas %	Jumlah Data		Oi-Ei	f ²
		Oi	Ei		
1	85.19<x<105	1	4	-3	2,25
2	105<x<125	4	4	0	0,00
3	125<x<145	2	4	-2	1,00
4	145<x<165	3	4	-1	0,25
5	165<x	10	4	6	9,00
		20	20		12,50

R₂₄ periode ulang 200 tahun= 266,907 mm

Analisa Debit Banjir Rencana

Metode Rasional

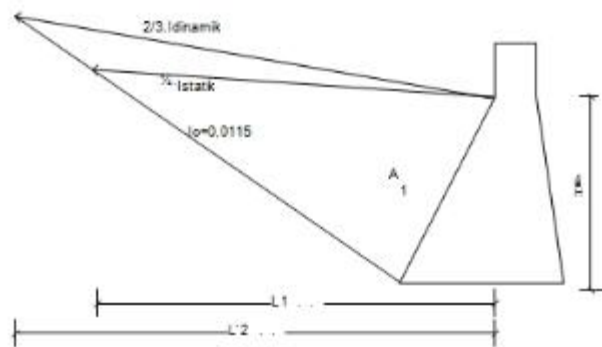
Tabel 6 Debit Banjir Rencana Dengan Metode Rasional

No	Periode Ulang	A	Rt	L	s	C	W	tc	I	Qt (m ³ /dt)
	(Tahun)									
1	2	162050000	140,70	5,79	0,8	0,500	25,46	0,28	114,29	715,09
2	5	162050000	190,81	5,79	0,8	0,500	25,46	0,28	154,99	969,77
3	10	162050000	223,99	5,79	0,8	0,500	25,46	0,28	181,95	1138,42
4	25	162050000	265,91	5,79	0,8	0,500	25,46	0,28	216,00	1351,47
5	50	162050000	297,00	5,79	0,8	0,500	25,46	0,28	241,26	1509,52
6	100	162050000	327,88	5,79	0,8	0,500	25,46	0,28	266,33	1666,43
7	200	162050000	358,59	5,79	0,8	0,500	25,46	0,28	291,28	1822,53

Analisa Perencanaan Check Dam

Perhitungan kapasitas check Dam

Tinggi checkdam dari dasar sungai direncanakan setinggi 4 m dari dasar sungai bagian hulu dengan lebar rata-rata sungai adalah 68 m.



Gambar 2 Perbandingan Death Storage(A1) dengan Control Storage (A2)

$$\tan\theta = 0,00045$$

$$\tan\theta = 0,00045 = \frac{1}{n} \rightarrow n = \frac{1}{0,00045} = 2222,22 \text{ m}$$

$$L = 2.n.H$$

$$L = 2 \times 2222,22 \times 4 = 17\ 777,78 \text{ m}$$

$$L' = 4.n.H$$

$$L' = 4 \times 2222,22 \times 4 = 35\ 555,56 \text{ m}$$

$$A_1(\text{death storage}) = \frac{1}{2} \times 4 \times 35\ 555,56 \text{ m} = 71\ 111,12 \text{ m}^2$$

$$A_2 (\text{Control storage}) = \frac{A_1}{2} = \frac{71\,111,12}{2} = 35\,555,56 \text{ m}^2$$

Luas tampungan total :
Vtampung = $(A_1 + A_2) \times B$
Vtampung = $(71\,111,12 + 35\,555,56) \times 68 \text{ m} = 7253334,2 \text{ m}^3$

Merencanakan dimensi pelimpah

1) Perencanaan debit yang melewati pelimpah

Debit banjir rencana harus ditentukan dengan mempertimbangkan konsentrasi sedimen. Rumus yang digunakan untuk menghitung Debit yang melewati pelimpah adalah :

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

Langkah perhitungan :

a. Data :

$$\alpha = C_c = \text{Konsentrasi aliran sedimen} \\ = 0,000014$$

$$Q_w = \text{Debit banjir rencana periode 100 Tahun} = 1666,43 \text{ m}^3/\text{dt}$$

b. Hitung Debit yang melewati pelimpah

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

$$Q_d = (1 + 0,000014) 1666,43 = 1666,45 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Maka debit yang melewati pelimpah dengan debit puncak 20 tahun adalah $1666,45 \text{ m}^3/\text{dt}$. Debit yang mengalir di atas pelimpah $Q_d = Q$.

2) Perencanaan pelimpah

Dalam merencanakan pelimpah digunakan rumus :

$$Q = \frac{2}{15} \cdot C \cdot \sqrt{(2g)} \cdot (3B_1 + 2B_2) \cdot H_3^{3/2}$$

Langkah perhitungan :

1. Data :

$$Q = \text{Debit di atas pelimpah} \\ = 1666,45 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$C = \text{Koefisien debit} \\ = 0,6 \text{ diasumsikan}$$

$$g = \text{Percepatan gravitasi} \\ = 9,81 \text{ m}/\text{dt}^2$$

B_1 = Lebar Pelimpah bagian bawah (m)

B_2 = Lebar Pelimpah bagian atas (m)

W = Tinggi jagaan (m)

$$m = \text{Kemiringan tepi Pelimpah} \\ = 0,5 \text{ direncanakan}$$

$$B = \text{Lebar sungai} \\ = 68 \text{ m}$$

$$H_3 = \text{Tinggi air di atas pelimpah}$$

2. Hitung lebar pelimpah bagian atas

$$B_2 = 80\% \times \text{lebar sungai}$$

$$B_2 = 80\% \times 68 = 55 \text{ m}$$

3. Hitung tinggi air di atas pelimpah

$$Q = \frac{2}{15} \cdot C \cdot \sqrt{(2g)} \cdot (3B_1 + 2B_2) \cdot H_3^{3/2}$$

$$Q = \frac{2}{15} \cdot 0,6 \cdot \sqrt{(2 \times 9,81)} \cdot (3B_1 + 2B_2) \cdot H_3^{3/2}$$

$$Q = (1,06 \cdot B_1 + 0,71 \cdot B_2) H_3^{3/2}$$

$$B_1 = B_2 - (2 \cdot m \cdot H_3)$$

$$B_1 = 55 - (2 \times 0,5 \times H_3) = 55 - H_3$$

Maka :

$$Q = (1,06 (55 - H_3) + 0,71 \times 55) H_3^{3/2}$$

$$1666,45 = (58,30 - 1,06H_3) + 39,05) H_3^{3/2}$$

$$1666,45 = (97,35 - 1,06H_3) H_3^{3/2}$$

$$1666,45 = (97,35H_3^{3/2} - 1,06H_3^{5/2})$$

$$1666,45 = 1697,65 \quad 1666,45 = 1697,65 \dots\dots\dots\text{Ok}$$

Didapat dari *Trial and Error*
 $H_3 = 7,00 \text{ m}$
 Jadi Tinggi Air diatas Pelimpah = **7,00 m**

4. Hitung lebar pelimpah bagian bawah

$$B_1 = B_2 - (2 \cdot m \cdot H_3)$$

$$B_1 = 55 - (2 \times 0,5 \times H_3) = 55 - H_3$$

$$B_1 = 55 - 7,00 = \mathbf{48,0} \quad B_1 = 55 - 7,00 = \mathbf{48,0 \text{ m}}$$

5. Karena debit $500 > Q$, maka diambil tinggi jagaan (W) = 1,20 m

6. Kontrol terhadap koefisien debit yang dipakai dengan menggunakan rumus *Rehbock* (sumber : Program Magister PSDA-ITB-PU, *Pokok Bahasan Hidraulika Terapan*)

$$C = 0,602 + 0,083 \left(\frac{H_3}{H} \right)$$

Dengan :

$H_3 =$ Tinggi air diatas pelimpah = 7,00 m
 $H =$ Tinggi mercu *Main Dam* dari tanah dasar sungai = 4 m
 Maka :

$$C = 0,602 + 0,083 \left(\frac{7,0}{4} \right) = 0,7 \sim 0,6 \dots\dots\dots\text{Ok!!!}$$

Jadi Koefisien Debit yang dipakai = **0,7** cocok dengan nilai koefisien debit yang ditentukan oleh Rumus Rehbock.

Menghitung Kemiringan Main Dam

Data :

$n =$ Kemiringan Tubuh Dam bagian Hilir = 0,20

$$\alpha = \frac{H_3}{H} = \frac{\text{Tinggi Air diatas Mercu}}{\text{Tinggi Main Dam}} = \frac{7,0m}{4m} = \frac{\text{Tinggi Air diatas Mercu}}{\text{Tinggi Main Dam}} = \frac{7,0m}{4m} = 1,75$$

$$\beta = \frac{b_1}{H} = \frac{\text{Lebar Mercu Main Dam}}{\text{Tinggi Main Dam}} = \frac{48,0m}{4m}$$

$$\frac{b_1}{H} = \frac{\text{Lebar Mercu Main Dam}}{\text{Tinggi Main Dam}} = \frac{48,0m}{4m} = 12,0$$

$$\frac{\gamma_c}{\gamma_w} = \frac{\text{Berat Isi Bahan Dam}}{\text{Berat Isi Air}} = \frac{2,2t/m^3 \gamma_c}{1t/m^3 \gamma_w} = \frac{\text{Berat Isi Bahan Dam}}{\text{Berat Isi Air}} = \frac{2,2t/m^3}{1t/m^3} = 2,20$$

m=Kemiringan *Main Dam* bagian Hulu

Hitung kemiringan *Main Dam* bagian hulu

$$(1 + 1,75)m^2 + [2(0,2 + 12) + 0,2(4 \times 1,75 + 2,2) + 2 \times 1,75 \times 12]m - (1 + 3 \times 1,75) + 1,75 \times 12 (4 \times 0,2 + 12) - 2,2 (3 \times 0,2 \times 12 + 12 + 0,2^2) = 0$$

$$2,75 + 68,24m - 220,22 = 0$$

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

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

$$= \frac{-68,24 \pm \sqrt{68,24^2 - 4 \times 2,75 \times -220,22}}{2 \times 2,75}$$

$$m_1 = \frac{-68,24 + \sqrt{7079,1}}{5,5} = 2,89 \dots \dots \text{memenuhi}$$

$$m_2 = \frac{-68,24 - \sqrt{7079,1}}{5,5} = -13,94 \dots \text{tidak memenuhi}$$

Dari kedua nilai akar-akar persamaan kuadrat diatas, nilai m_1 dapat diambil sebagai kemiringan *main dam* bagian hulu = 2,89~ **2,90**

Merencanakan Lebar Dasar Main Dam

Data :

$$Q_{100} = 1666,45 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$m = 2,9$$

$$n = 0,20$$

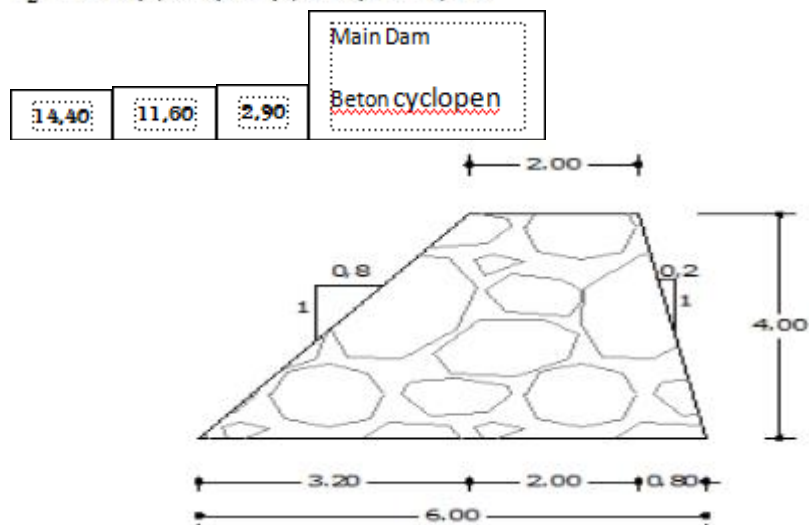
$$b = 2 \text{ m}$$

H= Tinggi *main dam* diatas fondasi= 4 m

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

$$b_2 = b_1 + m \times H + n \times H$$

$$b_2 = 2 + (2,9 \times 4) + (0,2 \times 4) = 14,4 \text{ m}$$



Gambar 3 Lebar Dasar Main Dam

Merencanakan kedalaman pondasi

Seharusnya, kedalaman pondasi ditentukan berdasarkan data mekanika tanah. Karena, data mekanika tanah tidak ada, sementara diprediksi dulu kedalaman 2m.

Merencanakan sub dam dan lantai (*apron*)

H= Tinggi *Main Dam* dari permukaan lantai (*Apron*) = 4 m

H₃= Tinggi air diatas mercu *Main Dam* = 7,0 m

Q_d= Debit diatas mercu *Main Dam* = 1666,45 m³/dt

g= Percepatan gravitasi = 9,81 m/dt²

B₁= Lebar pelimpah bagian bawah = 48 m

β= Koefisien = (4,5 ~ 5,0)

B= Lebar sungai = 68 m

1) Jarak Antara *Main Dam* dengan *Sub Dam*

$$L = (1,5 \sim 2,0) \times (H_1 + H_3)$$

$$L = (1,5 \sim 2,0) \times (4 + 7,0)$$

$$L = 16,5 \sim 22 \text{ m (diambil 20 m)}$$

2) Tinggi *Sub Dam*

$$H_2 = (\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}) \times H_1$$

$$H_2 = (\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}) \times 4$$

$$H_2 = 1,33 \sim 1,00 \text{ (diambil 1,00 m)}$$

3) Hitung debit persatuan lebar pelimpah (q_o)

$$q_o = \frac{Q_d}{B_1}$$

$$q_o = \frac{1666,45}{48} = 34,72 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{m}$$

4) Hitung kecepatan aliran (V_o)

$$V_o = \frac{q_o}{H_3}$$

$$V_o = \frac{34,72}{7} = 4,96 \text{ m/dt}$$

5) Hitung panjang terjunan (L_w)

$$L_w = V_o \left[\frac{2 \left(H + \frac{1}{2} H_3 \right)}{g} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$L_w = 4,96 \left[\frac{2 \left(4 + \frac{1}{2} \cdot 7 \right)}{9,81} \right]^{\frac{1}{2}} = 6,13 \text{ m}$$

6) Hitung kecepatan aliran diatas titik terjunan (V₁)

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

$$V_1 = \sqrt{(2 \times 9,81(4 + 7))} = 14,69 \text{ m/dt}$$

7) Hitung tinggi air pada titik jatuh terjunan (h_1)

$$h_1 = \frac{q_o}{V_1}$$
$$h_1 = \frac{34,72}{14,69} = 2,363 \text{ m}$$

8) Angka Froude pada aliran titik terjunan (Fr)

$$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{(g \times h_1)}}$$
$$F_1 = \frac{14,69}{\sqrt{(9,81 \times 2,363)}} = 3,05$$

3,05 > 1 Aliran superkritis

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

$$h_j = \frac{h_1}{2} (\sqrt{1 + 8 \cdot Fr^2} - 1)$$
$$h_j = \frac{2,363}{2} (\sqrt{1 + 8 \times 3,05^2} - 1) = 10,19 \text{ m}$$

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

$$X = \beta \times h_j$$
$$X = 4,5 \times 10,19 = 45,866 \text{ m}$$

11) Hitung debit persatuan lebar sungai (q_1)

$$q_1 = \frac{Q_d}{B}$$
$$q_1 = \frac{1666,45}{68} = 24,507 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{m}$$

12) Hitung tinggi air diatas *Sub Dam* (Y_c)

$$Y_c = \sqrt[3]{\left(\frac{q_1^2}{g}\right)}$$
$$Y_c = \sqrt[3]{\left(\frac{24,507^2}{9,81}\right)} = 0,8600 \text{ m}$$

Dikarenakan sedimen-sedimen berukuran besar telah tertahan pada hulu *main dam* maka diambil lebar mercu *sub dam* (b_3) = 1,5 m

a) Tebal lantai olakan (t)

$$t = 0,1(0,6H + 3H_3 - 1)$$
$$t = 0,1((0,6 \times 4 + 3 \times 7) - 1) = 2,24 \text{ m} \sim 2,3 \text{ m}$$

b) Lebar dasar *Sub Dam* (b_4)

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

$$b_4 = 1,5 + (2,9 \times 1) + (0,2 \times 1) = 3,0 \text{ m}$$

$$b_4 = 1,5 + (2,9 \times 1) + (0,2 \times 1) = 3,0 \text{ m}$$

$$\sim 4,0 \text{ m}$$

Tinjauan Gerusan Lokal di Hilir *Sub Dam*

Gerusan dihilir diperhitungkan sebagai berikut:

Langkah perhitungan :

1) Data

B = Lebar Sungai = 68 m

n = Koefisien kekasaran Manning untuk sungai curam = 0,05

$Q_d = 1666,45 \text{ m}^3/\text{dt}$

$I_o =$ Kemiringan rata-rata sungai sampai ke lokasi *Check dam* = 0,00045

$q_1 =$ Debit persatuan lebar sungai = $24,507 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{m}$

$Y_c =$ Tinggi air diatas *Sub Dam* = 0,8600

2) Hitung tinggi air di Hilir *Sub Dam*

$$h_c = \left(\frac{q_1}{\frac{1}{n} \times \sqrt{I_o}} \right)^{\frac{5}{3}}$$

$$h_c = \left(\frac{24,507}{\frac{1}{0,05} \times \sqrt{0,00045}} \right)^{\frac{5}{3}} = 0,4701 \text{ m}$$

Sehingga nilai H :

$$H = h_c + Y_c$$

$$H = 0,4701 + 0,8600 = 1,33 \text{ m}$$

$$\frac{H}{Y_c} = \frac{1,33}{0,86} = \frac{1,33}{0,86}$$

$$= 1,54 \sim 1,5 \text{ m}$$

Menurut ketentuan *Vendjik* :

$$1,2,00 < H/Y_c < 15, \text{ maka } T = 3 Y_c + 0,10 H$$

$$2,0,5 < H/Y_c < 2, \text{ maka } T = 0,4 Y_c + 0,40 H$$

Maka dipakai Ketentuan *Vendjik* nomor 2 :

$$T = 0,4 Y_c + 0,40 H$$

$$T = 0,4 \times 0,86 + 0,40 \times 1,33 = 0,8760 \text{ m}$$

Perhitungan gaya dan momen

Perhitungan pada gaya dan momen ini langsung di rekapkan :

Tabel 7 Rekapitulasi Gaya dan Momen yang bekerja pada *Check dam*

No.	ITEM	Gaya (ton)				Momen (t.m)	
		Horizontal		Vertikal		Horizontal	Vertikal
		(-)	(+)	(-)	(+)		
1	Berat Struktur	-	-	-	158,21	-	1300,00
2	Tekanan Sedimen	41,76	-	-	4,8	6,38	441,40
3	Tekanan Air Normal	23,3	-	-	8	10,64	245,22
4	Tekanan Air Banjir	118,4	-	-	60,50	221,83	1099,16
5	Uplift	-	-	263,11	-	-	2394,01
6	Gempa	19,497	-	-	-	133,51	-
TOTAL		202,86	0	263,11	231,51	372,36	5479,79

Analisa Stabilitas

Stabilitas Terhadap Guling

Keamanan terhadap Gaya Guling dikontrol dengan rumus :

$$\frac{\sum MT}{\sum MG} > SF$$

Stabilitas terhadap Guling harus diperhitungkan pada saat :

1)Keadaan Air Normal Dengan Pengaruh Gempa

Langkah Perhitungan :

a)Data

ΣM_V = Jumlah Momen Vertikal = 1986,62 t.m

ΣM_U = Jumlah Momen *Uplift*= 2394,01 t.m

ΣM_H = Jumlah Momen Horizontal= 150,53 t.m

ΣM_G = Jumlah Momen Gempa= 133,51 t.m

SF= Safety Factor= 1,20

b)Hitung keamanan terhadap guling

$$fg = \frac{\sum MT}{\sum MG} > SF$$

$$fg = \frac{1986,62 + 2394,01}{150,53 + 133,51} = 5,4 > 1,2 \dots\dots\dots Ok$$

2)Keadaan Air Banjir Dengan Pengaruh Gempa

Langkah perhitungan :

a)Data

ΣM_V = Jumlah Momen Vertikal = 2840,56 t.m

ΣM_U = Jumlah Momen *Uplift*= 2394,01 t.m

ΣM_H = Jumlah Momen Horizontal= 361,72 t.m

ΣM_G = Jumlah Momen Gempa= 133,51 t.m

SF= Safety Factor= 1,20

b)Hitung keamanan terhadap guling

$$fg = \frac{\sum MT}{\sum MG} > SF$$

$$fg = \frac{2840,56 + 2394,01}{361,72 + 133,51} = 10,5 > 1,2 \dots\dots\dots Ok$$

Stabilitas Terhadap Geser

Keamanan terhadap Gaya Geser dikontrol dengan rumus :

$$\frac{\sum V}{\sum H} > SF$$

Stabilitas terhadap Geser harus diperhitungkan pada saat :

1)Keadaan Air Normal dengan pengaruh Gempa

Langkah perhitungan :

a)Data

ΣV = Jumlah Gaya Vertikal= 171,01 t

ΣH = Jumlah Gaya Horizontal= 84,46 t

ΣU = Jumlah Gaya *Uplift*= 263,11 t

ΣG = Jumlah Gaya Gempa= 19,497 t

b)Hitung keamanan terhadap geser

$$fs = \frac{\sum V}{\sum H} > SF$$

$$f_s = \frac{171,01 + 263,11}{84,46 + 19,497} = 4,17 > 1,2 \dots \dots \dots Ok$$

2)Keadaan Air Banjir dengan pengaruh Gempa
Langkah perhitungan

a)Data

- ΣV = Jumlah Gaya Vertikal= 223,51 t
- ΣH = Jumlah Gaya Horizontal= 179,66 t
- ΣU = Jumlah Gaya *Uplift*= 263,11 t
- ΣG = Jumlah Gaya Gempa= 19,497 t

b)Hitung keamanan terhadap geser

$$f_s = \frac{\Sigma V}{\Sigma H} > SF$$
$$f_s = \frac{223,51 + 263,11}{179,66 + 19,497} = 2,44 > 1,2 \dots \dots \dots Ok$$

Stabilitas Eksentrisitas

Keamanan terhadap Eksentrisitas dikontrol dengan rumus :

$$e = \frac{L}{2} - \frac{(\Sigma M_V - \Sigma M_H)}{\Sigma V}$$

Stabilitas terhadap Eksentrisitas harus diperhitungkan pada saat :

1)Keadaan Air Normal dengan pengaruh Gempa
Langkah perhitungan :

a)Data

- ΣM_V = Jumlah Momen Vertikal = 1986,62 t.m
- ΣM_U = Jumlah Momen *Uplift*= 2394,01 t.m
- ΣM_H = Jumlah Momen Horizontal= 150,53 t.m
- ΣM_G = Jumlah Momen Gempa= 133,51 t.m
- ΣV = Jumlah Gaya Vertikal= 171,01 t
- ΣU = Jumlah Gaya *Uplift*= 263,11 t
- L= Lebar Dasar *Main Dam*= 14,40 m

b)Hitung Eksentrisitas dengan syarat

$$e \leq \frac{1}{6} L = \frac{1}{6} \times 14,40 = 2,4 \text{ m}$$
$$e = \frac{L}{2} - \frac{(\Sigma M_V - \Sigma M_H)}{\Sigma V}$$
$$e = \frac{14,40}{2} - \frac{((1986,62 + 2394,01) - (150,53 + 133,53))}{171,01 + 263,11}$$
$$e = -2,24 < 2,4 \dots \dots \dots Ok$$

2)Keadaan Air Banjir dengan pengaruh gempa
Langkah perhitungan

a)Data

- ΣM_V = Jumlah Momen Vertikal = 2840,56 t.m
- ΣM_U = Jumlah Momen *Uplift*= 2394,01 t.m
- ΣM_H = Jumlah Momen Horizontal= 361,72 t.m
- ΣM_G = Jumlah Momen Gempa= 133,51 t.m
- ΣV = Jumlah Gaya Vertikal= 223,51 t
- ΣU = Jumlah Gaya *Uplift*= 263,11 t

$L = \text{Lebar Dasar Main Dam} = 14,40 \text{ m}$

b) Hitung Eksentrisitas dengan syarat $e \leq \frac{1}{6}L = \frac{1}{6} \times 14,40 = 2,4 \text{ m}$

$$e \leq \frac{1}{6}L = \frac{1}{6} \times 14,40 = 2,4 \text{ m}$$

$$e = \frac{L}{2} - \frac{(\sum M_V - \sum M_H)}{\sum V}$$

$$e = \frac{14,40}{2} - \frac{((2840,56 + 2394,01) - (361,72 - 133,51))}{223,51 + 263,11}$$

$$e = -2,54 < 2,4 \dots \dots \text{Ok!!}$$

Terhadap Overstressing (Tegangan Tanah)

Keamanan terhadap *Overstressing* dikontrol dengan rumus :

$$\sigma_{1,2} = \frac{V}{B} \times \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$

Stabilitas terhadap *Overstressing* harus diperhitungkan pada saat :

1) Keadaan Air Normal dengan pengaruh Gempa

Langkah perhitungan :

a) Data

$\Sigma V = \text{Jumlah Gaya Vertikal} = 171,01 \text{ t}$

$\Sigma U = \text{Jumlah Gaya Uplift} = 263,11 \text{ t}$

$e = \text{Eksentrisitas} = -2,24 \text{ m}$

$L = \text{Lebar dasar Main Dam} = 14,40 \text{ m}$

$qu = \text{Daya dukung tanah Batang Indrapura} = 70 \text{ t/m}^2 \text{ (Mudstone)}$

b) Hitung *Overstressing*

$$\sigma_1 = \frac{V}{B} \times \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) < qu$$

$$\sigma_1 = \frac{(171,01 + 263,11)}{14,40} \times \left(1 - \frac{6 \times (-2,24)}{14,40} \right) = 58,28 < 70 \text{ t/m}^2 \dots \dots \text{Ok}$$

$$\sigma_2 = \frac{(171,01 + 263,11)}{14,40} \times \left(1 + \frac{6 \times (-2,24)}{14,40} \right) = 2,00 < 70 \text{ t/m}^2 \dots \dots \text{Ok}$$

2) Keadaan Air Banjir dengan pengaruh Gempa

Langkah perhitungan :

a) Data

$\Sigma V = \text{Jumlah Gaya Vertikal} = 223,51 \text{ t}$

$\Sigma U = \text{Jumlah Gaya Uplift} = 263,11 \text{ t}$

$e = \text{Eksentrisitas} = -2,54 \text{ m}$

$L = \text{Lebar dasar Main Dam} = 14,40 \text{ m}$

$qu = \text{Daya dukung tanah Batang Indrapura} = 70 \text{ t/m}^2 \text{ (Mudstone)}$

b) Hitung *Overstressing*

$$\sigma_1 = \frac{V}{B} \times \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) < qu$$

$$\sigma_1 = \frac{(223,51 + 263,11)}{14,40} \times \left(1 - \frac{6 \times (-2,54)}{6} \right) = 69,55 < 70 \text{ t/m}^2 \dots \dots \text{Ok}$$

$$\sigma_2 = \frac{(223,51 + 263,11)}{14,40} \times \left(1 + \frac{6 \times (-2,54)}{14,4} \right) = 2,01 < 70 \text{ t/m}^2$$

D. Penutup

Untuk curah hujan priode ulang dengan dua metode yaitu Log Person III, LogNormal dan Gumbel didapatkan $R_{100th} = 327,88$ mm/hari. Analisis debit banjir rencana menggunakan metode Log Person Type III, Log Normal dan Metode Log Person III. Dari ketiga metode tersebut diambil Q_{100} yang mendekati Q_{100} rata-rata yaitu hasil perhitungan Metode Rasional. Jadi besarnya debit rencana (design flood) diambil harga Q_{100} hasil perhitungan sebesar $Q_{100} = 1666,43$ m³/dt. Stabilitas bangunan konstruksi check dam ditinjau terhadap gaya guling didapat $5,42 > 1,2 \dots Ok$, dan gaya geser didapat $2,44 > 1,2 \dots ok$, Keamanan terhadap Eksentrisitas dikontrol $e = -2,24 < 2,4 \dots \dots \dots Ok$, dan tegangan tanah (*Overstressing*) $58,28 < 70 \text{ t/m}^2 \dots ok$. Dari semua peninjauan stabilitas diatas, ternyata keseluruhan telah memenuhi syarat-syarat keamanan yang telah ditentukan.

Daftar Pustaka

- Pratama , dkk,2014,Perancangan Check Dam Premuka Untuk Mengatasi Sedimentasi di Banjir Kanal Barat Kota Semarang.
- Rahayu, dkk,2017,Evaluase pungsi bangunan pengendali sedimen (Check Dam) pengkol berdasarkan perubahan tata guna lahan kali kedua 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.
- Maricar dan Lopa,2013,Studi wawasan bangunan pengendali sedimen yang berwawasan Lingkungan.