

UJI STABILITAS *CHECK DAM* KEDUNGREJO 15 DI KALI KONTO KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG

Suhudi dan Ester Ria Dwi Kandari

PS. Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tribhwana Tunggaldevi Malang

Abstract

Catchment area Kali Konto is the part of up stream Brantas which is located in Pujon Malang It's 233 km². The main building water that's located at DAS Brantas Hulu is Selorejo reservoir. It's ethnic age reach 100 years but will be reduced because the silting up of reservoir. It's caused of the big erosion and sedimentation in the water arrest area. The erosion happened more than the limit of tolerance from the land erosion which is permitted. Kali Konto is the biggest sedimentation contributor for Selorejo Reservoir. One of the action in case erosion and sedimentation in the river is by building Sediment Controller Building or generally mentioned by Check Dam. From the calculation stated that the dimension of check dam will be made of river stone like the elevation of top spillway peak dam main in 862 m with effective height amount of 4 m and foundation depth amount of 2 m, the width of mercu pelimpah main dam amount of 3 m with discharge in the repeatance periode is 50 years amount of 1186,79 m³/sec, the controlling height amount of 1 m. The analytic of building stability check dam is in the safe condition, it is $1,27 > 1,2$ (required).

Key words: flood discharge, check dam, stability

Pendahuluan

Air merupakan sumber kehidupan manusia yang sangat penting. Air biasanya mengalir menuju ke tempat yang lebih rendah. Sungai adalah suatu alur alamiah di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan dan merupakan salah satu komponen dari daerah aliran sungai (DAS) (Maewah, 2001). Sungai berperan penting dalam kehidupan manusia, namun dengan berkembangnya pola kehidupan manusia maka berdampak pada ekosistem DAS yang dapat merubah pola aliran DAS tersebut terutama di DAS Kali Konto. Kali Konto termasuk DAS Brantas Hulu

merupakan daerah pegunungan dengan kondisi morfologi sungai berbelok-belok (*meander*) karena memiliki kemiringan sungai yang curam dan gaya tarik alirannya cukup besar. Kondisi seperti ini menyebabkan penumpukan sedimen karena pada saat hujan lebat arus sungai semakin deras sehingga kandungan sedimen diendapkan secara berurutan sepanjang sungai (Anonymous, 1986). Penumpukan sedimen yang terus-menerus akan menyebabkan elevasi dasar sungai terus naik di Kali Konto. Usaha yang dilakukan untuk memperlambat proses sedimentasi tersebut salah satunya yaitu membangun check dam agar proses sedimentasi tidak terjadi di Waduk Selorejo.

Waduk Selorejo dengan luas genangan 23.800 ha direncanakan mempunyai umur efektif waduk 100 tahun. Laju sedimen maksimum yang diijinkan sebesar 60.000 m³/det, sedangkan berdasarkan hasil pengukuran sedimen pada tahun terakhir sebesar 3,86 juta m³/det, sehingga tingkat sedimentasi sangat mengkhawatirkan yang akan menurunkan umur efektif waduk (Wijayanti dan Surono, 2009). Maka dari itu untuk mengatasi proses sedimentasi di bagian hulu Waduk Selorejo dan mempertahankan elevasi dasar sungai rencana, Perum Jasa Tirta I telah membangun 30 check dam di DAS Kali Konto yang salah satunya adalah Check Dam Kedungrejo 15 di Kali Konto. Perencanaan Chek Dam Kedungrejo 15 di Kali Konto Kecamatan Pujon Kabupaten Malang diharapkan dapat mendukung efektifitas Waduk Selorejo. Pada perencanaan Check Dam ini curah hujan rancangan dihitung menggunakan metode *Log Pearson Type III*. Rumusnya adalah sebagai berikut (Soemarto, 1987):

$$\text{Log } X_T = \log \bar{X} + G \cdot S$$

Keterangan:

- log = logaritma besarnya debit untuk
 X_T periode ulang T tahun (m³/det)
 log = rata-rata dari logaritma data
 \bar{X} debit (m³/det)
 G = faktor sifat distribusi Log
 Pearson Type III yang
 merupakan fungsi koefisien
 kemencengan (Cs) terhadap
 waktu ulang atau probabilitas
 (P)
 S = Standart deviasi

Persamaan umum Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995):

$$Q_p = \frac{A \cdot R_0}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})}$$

Keterangan:

- Q_p = debit puncak banjir (m³/det)
 A = luas DAS (km²)
 R_0 = hujan satuan (mm)
 T_p = tenggang waktu dari
 permulaan hujan sampai
 puncak banjir (jam)
 $T_{0,3}$ = waktu yang dipentikan oleh
 penurunan debit, dari debit
 puncak sampai menjadi 30%
 dari debit puncak (jam)

Perhitungan tinggi muka air rencana menggunakan metode penelusuran banjir lewat waduk. Rumusnya adalah sebagai berikut (Sosrodarsono, 2003):

$$\frac{I_1 + I_2}{2} \Delta t + \left(S_1 - \frac{Q_1}{2} \Delta t \right) = \left(S_2 + \frac{Q_2}{2} \Delta t \right)$$

atau

$$\frac{I_1 + I_2}{2} + \left(\frac{S_1}{\Delta t} - \frac{Q_1}{2} \right) = \left(\frac{S_2}{\Delta t} + \frac{Q_2}{2} \right)$$

jika

$$\psi_1 = \frac{S_1}{\Delta t} - \frac{Q_1}{2}$$

$$\varphi_2 = \frac{S_2}{\Delta t} + \frac{Q_2}{2}$$

Maka rumus tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

$$\frac{I_1 + I_2}{2} + \psi_1 = \varphi_2$$

Apabila fasilitas pengeluarannya berupa bangunan pelimpah (*spillway*) maka digunakan rumus sebagai berikut (Chow, 1992):

$$Q = C \cdot B \cdot H^{3/2}$$

Keterangan:

- C = koefisien debit bangunan
 pelimpah (1,7–2,2 m^{1/2}/det)
 B = panjang ambang bangunan
 pelimpah (m)
 H = tinggi energi di atas ambang
 bangunan pelimpah (m)

Pada perencanaan check dam, untuk menentukan kedalaman pondasi pada umumnya digunakan rumus (Prastumi, 2008):

$$d = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4} \right) (H + h_3)$$

Keterangan:

d = kedalaman pondasi (m)

h_3 = tinggi muka air di atas pelimpah (m)

H = tinggi efektif main dam (m)

Berdasarkan SK SNI T-19-1991-03, kemiringan tubuh bangunan utama check dam bagian hilir diambil 1 : 0,2 sebagai standart dengan maksud untuk menghindari batu-batu besar yang jatuh dari pelimpah yang memukul bagian hilirnya dan tidak menimbulkan gaya abrasi pada permukaan badan bendung bagian hilir. Untuk kemiringan check dam utama bagian hulu dengan $H < 15$ m digunakan rumus (Prastumi, 2008):

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

Keterangan:

α = h/H

β = b/H

γ = γ_c/γ_o

h_3 = tinggi air di atas pelimpah

b = lebar mercu pelimpah

H = tinggi check dam

Analisa stabilitas check dam menggunakan pendekatan rumus yang dipakai guna peninjauan stabilitas keamanan tubuh dam sebagai berikut (Sosrodarsono, 1985):

Kestabilan terhadap geser

$$SF = \frac{f \cdot \Sigma V}{\Sigma H}$$

Keterangan:

SF = angka keamanan terhadap geser

SF > 1,5 untuk keadaan normal

SF > 1,2 untuk keadaan gempa

ΣV = jumlah gaya vertikal

ΣH = jumlah gaya horizontal

f = koefisien geser

Kestabilan terhadap guling

$$SF = \frac{\Sigma M_v}{\Sigma M_h}$$

Keterangan:

SF = angka keamanan terhadap guling

SF > 1,5 untuk keadaan normal

SF > 1,2 untuk keadaan gempa

ΣM_v = jumlah momen vertikal

ΣM_h = jumlah momen horizontal

Kestabilan terhadap daya dukung tanah (Sosrodarsono, 1983)

$$\sigma = \frac{\Sigma V}{b_2} \left(1 \pm \frac{6e}{b_2} \right) < \sigma_n$$

Keterangan:

σ_n = daya dukung tanah ijin (t/m^2)

b_2 = jarak dasar dam antara upstream sampai downstream (m)

e = eksintrisitas

Kestabilan terhadap piping

Peninjauan kestabilan terhadap piping menggunakan Metode Lane. Rumusnya adalah (Sosrodarsono, 1985):

$$C_L \leq \frac{\Sigma L_v + \frac{1}{3} \Sigma L_h}{H}$$

Keterangan:

C_L = angka rembesan pada rumus Lane

ΣL_v = jumlah panjang creep arah vertikal (m)

ΣL_h = jumlah panjang creep arah horizontal (m)

H = beda tinggi muka air (m)

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempertahankan elevasi dasar Kali Konto agar tidak mengalami pendangkalan sehingga umur efektif Waduk Selorejo tetap terjaga melalui

perencanaan bangunan Check Dam Kedungrejo 15 dengan meninjau tingkat stabilitasnya.

Metode Penelitian

Check Dam Kedungrejo 15 terletak di Kali Konto, Dusun Kedungrejo, Desa Sukomulyo, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Terletak pada koordinat $7^{\circ}51'30,5$ LS dan $112^{\circ}26'11,6$ BT dengan elevasi 959 m. Kondisi hidrologi lokasi studi memiliki curah hujan tahunan berkisar antara 1.620 mm sampai dengan 2.756 mm. Kawasan studi beriklim muson tropis. Lokasi perencanaan merupakan dataran tinggi yang terletak pada ketinggian 1.120 m di atas permukaan air laut, dengan kemiringan antara 0-15%. Bentuk lahan (*landform*) yang terdapat di lokasi meliputi perbukitan, pegunungan, dataran dan lembah alluvial atau lahar (Anonymous, 2008). Lokasi studi mempunyai jenis tanah andosol yang mempunyai ciri tanahnya subur tetapi mudah kena erosi.

Perolehan data dapat dilakukan dengan cara observasi lapangan dan wawancara yang merupakan data primer,

Tabel 1. Perhitungan curah hujan rancangan dengan *Log Pearson Type III*

No	Tr (tahun)	Rata-rata (Log)	Standar Deviasi	Kemencengan (Cs)	Peluang (%)	G	Curah Hujan Rancangan	
							Log Xt	Xt (mm)
1	50	1,623	0,313	-0,102	2	1,999	2,248	177,126

Sumber: Hasil perhitungan

Selanjutnya dilakukan analisa Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, sebagai berikut:

1. Luas DAS (A) = 237,00 km²
2. Panjang sungai (L) = 75,00 km
3. Hujan satuan Ro = 1 mm
4. Baseflow berdasarkan sumber data yang ada di PJT I (QB)=8,275 m³/det
5. Parameter Hidrograf α

disamping data sekunder yang diperoleh dari instansi yang terkait. Analisa dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus pendekatan teoritis dalam perencanaan check dam yang stabil dan aman. Analisa diawali dengan analisa hidrologi yaitu perhitungan curah hujan tahunan guna mendapatkan debit banjir rencana, selanjutnya diolah melalui analisa hidrolika untuk mendapatkan tinggi muka air rencana yaitu dilakukan penelusuran banjir lewat waduk. Pendimensionian check dam dilakukan setelah diketahui tinggi muka air rencana dan selanjutnya dilakukan analisa stabilitas check dam untuk mendapatkan dimensi check dam yang aman dan stabilitasnya terjamin.

Hasil dan Pembahasan

Analisa awal yang dilakukan yaitu analisa hidrologi yang berdasarkan data curah hujan tahunan dari stasiun curah hujan Pujon tahun 2001-2012. Hasil analisa curah hujan rancangan dapat dilihat pada Tabel 1.

$$\alpha = \frac{0,47(237 \times 75)^{0,25}}{4,75} = 1,143$$

6. Time lag, waktu antara hujan sampai debit puncak (tg) karena $L > 15$ km, maka:

$$tg = 0,4 + 0,058 \cdot L \text{ untuk } L > 15$$

$$= 0,4 + 0,058 \times 75 = 4,750 \text{ jam}$$
7. Satuan Waktu Hujan (tr) = 1 jam

8. Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai debit puncak banjir, yaitu:

$$T_p = t_g + (0,8 \cdot t_r) \\ = 4,750 + (0,8 \times 1) = 5,550 \text{ jam}$$

9. Waktu yang diperlukan penurunan debit puncak sampai debit 30% dari debit puncak ($T_{0,3}$), yaitu:

$$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g$$

$$= 1,143 \times 4,750 = 5,427 \text{ jam}$$

10. Debit puncak banjir

$$Q_p = \frac{237 \times 1}{3,6((0,3 \times 5,550) + 5,427)} \\ = 9,283 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Tabel 2. Hidrograf banjir rancangan Metode Nakayasu $T_r = 50$ Tahun

No	t	Qt (m ³ /dt/mm)	Akibat Hujan jam-jaman (mm)					QB (m ³ /dt)	Qbanjir (m ³ /dt)
			82,187	21,255	15,587	11,336	9,919		
1	0	0,000	0,000					8,275	8,275
2	1	0,152	12,479	0,000				8,275	20,754
3	2	0,801	65,865	17,034	0,000			8,275	91,174
4	3	2,121	174,290	45,075	33,055	0,000		8,275	260,695
5	4	4,230	347,637	89,906	65,931	47,950	0,000	8,275	559,700
6	5	7,226	593,896	153,594	112,635	81,917	71,677	8,275	1021,994
7	6	8,401	690,443	178,563	130,946	95,234	83,329	8,275	1186,790
8	7	6,729	553,068	143,035	104,892	76,285	66,750	8,275	952,304
9	8	5,390	443,025	114,575	84,022	61,107	53,469	8,275	764,473
10	9	4,318	354,878	91,779	67,304	48,949	42,830	8,275	614,015
11	10	3,459	284,269	73,518	53,913	39,209	34,308	8,275	493,492
12	11	2,775	228,098	58,991	43,260	31,462	27,529	8,275	397,615
13	12	2,394	196,738	50,881	37,312	27,136	23,744	8,275	344,087
14	13	2,065	169,690	43,885	32,183	23,405	20,480	8,275	297,918
15	14	1,781	146,360	37,852	27,758	20,188	17,664	8,275	258,096
16	15	1,536	126,238	32,648	23,942	17,412	15,236	8,275	223,750
17	16	1,325	108,882	28,159	20,650	15,018	13,141	8,275	194,125
18	17	1,143	93,912	24,288	17,811	12,953	11,334	8,275	168,574
19	18	0,986	81,001	20,948	15,362	11,173	9,776	8,275	146,535
20	19	0,850	69,864	18,068	13,250	9,636	8,432	8,275	127,526
21	20	0,758	62,259	16,101	11,808	8,587	7,514	8,275	114,544
22	21	0,678	55,722	14,411	10,568	7,686	6,725	8,275	103,386
23	22	0,607	49,871	12,898	9,458	6,879	6,019	8,275	93,400
24	23	0,543	44,635	11,544	8,465	6,157	5,387	8,275	84,462
25	24	0,486	39,948	10,331	7,576	5,510	4,821	8,275	76,463

Sumber: Data dan Hasil Perhitungan

Perhitungan tinggi muka air rencana diperoleh melalui hubungan antara elevasi, luas genangan dan volume tampungan, selanjutnya dilakukan penelusuran banjir lewat waduk dengan nilai $C = 2,2 \text{ m}^{1/2}/\text{det}$, $B = 22 \text{ m}$ dan $\Delta t = 3600 \text{ detik}$ kemudian dihitung dengan cara yang sama untuk baris-baris

berikutnya. Hasil analisa dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari perhitungan Tabel 3 didapat nilai h_3 maksimum sebesar $2,96 \text{ m} \sim 3 \text{ m}$ sehingga elevasi maksimum tercapai $E_1 = 859,00 + 3 = E_1 = 862 \text{ m}$. Sedangkan debit keluar adalah $246,829 \text{ m}^3/\text{det}$.

Tabel 3. Penelusuran banjir lewat waduk dengan bangunan pelimpah

t	I	$(I_1 + I_2)/2$	ψ_1	ψ_2	h_3	Q
jam	(m ³ /det)	(m ³ /det)	(m ³ /det)	(m ³ /det)	(m)	(m ³ /det)
0	8,275				0,30	8,275
1	20,754	14,515	503,035	517,549	0,31	8,537
2	91,174	55,964	509,012	564,976	0,36	10,530
3	260,695	175,935	554,446	730,381	0,52	18,533
4	559,700	410,198	711,848	1122,046	0,87	39,216
5	1021,994	790,847	1082,830	1873,676	1,42	82,197
6	1186,790	1104,392	1791,479	2895,871	2,02	139,479
7	952,304	1069,547	2756,393	3825,940	2,45	185,450
8	764,473	858,389	3640,490	4498,878	2,68	211,993
9	614,015	689,244	4286,885	4976,129	2,81	228,097
10	493,492	553,753	4748,032	5301,786	2,87	235,981
11	397,615	445,553	5065,805	5511,358	2,92	241,054
12	344,087	370,851	5270,304	5641,155	2,94	244,197
13	297,918	321,002	5396,958	5717,960	2,96	246,056
14	258,096	278,007	5471,904	5749,911	2,96	246,829
15	223,750	240,923	5503,082	5744,005	2,96	246,686
16	194,125	208,937	5497,318	5706,255	2,95	245,773
17	168,574	181,349	5460,483	5641,832	2,94	244,213
18	146,535	157,554	5397,619	5555,174	2,92	242,115
19	127,526	137,031	5313,059	5450,089	2,90	239,571
20	114,544	121,035	5210,518	5331,553	2,88	236,701
21	103,386	108,965	5094,852	5203,817	2,86	233,609
22	93,400	98,393	4970,208	5068,601	2,83	230,336
23	84,462	88,931	4838,265	4927,196	2,80	226,907
24	76,463	80,462	4700,080	4780,542	2,76	221,846

Sumber: Data dan Hasil Perhitungan

Perencanaan Check Dam Kedungrejo 15 terletak di Kali Konto adalah:

Diketahui dari data yang ada:

- Pelimpah bagian atas (B_1) = 22 m

- Pelimpah bagian bawah (B_2) = 15 m

Dari penelusuran banjir lewat waduk

- $h_3 = 3,00$ m

- Tinggi jagaan $h_3' = 1,00$ m

Karena bangunan utama check dam tidak mencapai 15 m, maka kedalaman pondasi dihitung dengan rumus berikut:

$$d_1 = \frac{1}{3}(4+3) = 2,33 \text{ m}$$

$$d_2 = \frac{1}{4}(4+3) = 1,75 \text{ m}$$

Diambil kedalaman pondasi 2,00 m. Lebar mercu main dam direncanakan sebesar 3,00 m. Kemiringan main dam bagian hilir diambil 1 : 0,2 sesuai SK SNI

T-19-1991-03 sebagai standart. Kemiringan main dam bagian hulu.

$$\alpha = \frac{h_3}{H} = \frac{3,00}{6,00} = 0,50$$

$$\beta = \frac{b}{H} = \frac{3,00}{6,00} = 0,50$$

$$\gamma = \frac{\gamma_c}{\gamma_o} = \frac{2,2}{1} = 2,2 \text{ t/m}^3$$

Diambil bj pasangan batu $\gamma_c = 2,2 \text{ t/m}^3$ berat jenis air $\gamma_o = 1,0 \text{ t/m}^3$, maka:

$$(1+0,50)m^2 + [2(0,2+0,50)+0,2(4,0,50+2,2)+2,0,50,0,50]m - (1+3,0,50)+0,50,0,50(4,0,2+0,50)+2,2(3,0,2,0,50+0,50^2+0,2^2) = 0$$

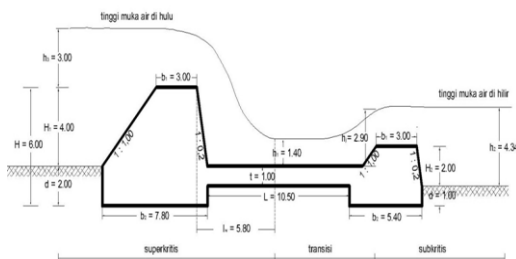
$$1,50m^2 + 2,740m - 4,123 = 0$$

Dengan rumus ABC:

$$m_{1,2} = \frac{-2,740 \pm \sqrt{2,740^2 - 4 \cdot 1,50 \cdot 4,123}}{2 \cdot 1,50}$$

$$m_1 = 0,99 \approx 1,00 \quad m_2 = -2,81$$

Harga m yang diambil sebesar 1,00.
Kemiringan main dam bagian hulu = 1 : 1.
1. Sketsnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Sketsa dimensi check dam

Analisa stabilitas

- Terhadap geser

- Air normal (tanpa gempa)

$$SF = \frac{0,75 \cdot 81,021}{22,320}$$

$$SF = 2,72 > 1,5 \dots \dots \dots \text{aman}$$

- Air normal (gempa)

$$SF = \frac{0,75 \cdot 81,021}{32,141}$$

$$SF = 1,89 > 1,2 \dots \dots \dots \text{aman}$$

- Air banjir (tanpa gempa)

$$SF = \frac{0,75 \cdot 84,607}{40,320}$$

$$SF = 1,57 > 1,5 \dots \dots \dots \text{aman}$$

- Air banjir (gempa)

$$SF = \frac{0,75 \cdot 84,607}{50,141}$$

$$SF = 1,27 > 1,2 \dots \dots \dots \text{aman}$$

- Terhadap guling

- Air normal (tanpa gempa)

$$SF = \frac{294,962}{41,760}$$

$$SF = 7,06 > 1,5 \dots \dots \dots \text{aman}$$

- Air normal (gempa)

$$SF = \frac{294,962}{66,998}$$

$$SF = 4,40 > 1,2 \dots \dots \dots \text{aman}$$

- Air banjir (tanpa gempa)

$$SF = \frac{303,613}{95,760}$$

$$SF = 3,17 > 1,5 \dots \dots \dots \text{aman}$$

- Air banjir (gempa)

$$SF = \frac{303,613}{120,998}$$

$$SF = 2,51 > 1,2 \dots \dots \dots \text{aman}$$

- Terhadap daya dukung tanah

- Kondisi air normal (tanpa gempa dan gempa)

Sepertiga bagian tengah

$$X = \frac{\sum M_v}{\sum V}$$

$$X = \frac{294,962}{81,021} = 3,641 \text{ m}$$

Disyaratkan:

$$\frac{b_2}{3} \leq X \leq \frac{2 \cdot b_2}{3}$$

$$\frac{7,80}{3} \leq 3,641 \leq \frac{2 \cdot 7,80}{3}$$

$$2,600 \leq 3,641 \leq 5,200 \dots \dots \dots \text{OK}$$

$$e = X - \frac{b_2}{3}$$

$$e = 3,641 - \frac{7,80}{3} = 1,041 \text{ m}$$

Daya dukung tanah ijin untuk pasir kerikil = 20 – 60 t/m²

$$\sigma_{\max} = \frac{81,021}{7,80} \left[1 + \frac{6 \cdot 1,041}{7,80} \right]$$

$$\sigma_{\max} = 18,702 \text{ t/m}^2 < 30$$

t/m².....aman

$$\sigma_{\min} = \frac{81,021}{7,80} \left[1 - \frac{6 \cdot 1,041}{7,80} \right]$$

$$\sigma_{\min} = 2,073 \text{ t/m}^2 > 0 \text{ t/m}^2 \dots \dots \dots \text{aman}$$

- Kondisi air banjir (tanpa gempa dan gempa)

Sepertiga bagian tengah

$$X = \frac{303,613}{84,607} = 3,588 \text{ m}$$

Disyaratkan:

$$\frac{b_2}{3} \leq X \leq \frac{2 \cdot b_2}{3}$$

$$\frac{7,80}{3} \leq 3,588 \leq \frac{2 \cdot 7,80}{3}$$

$$2,600 \leq 3,588 \leq 5,200 \dots\dots\dots\text{OK}$$

$$e = 3,588 - \frac{7,80}{3} = 0,988 \text{ m}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{84,607}{7,80} \left[1 + \frac{6 \cdot 0,988}{7,80} \right]$$

$$\sigma_{\max} = 19,095 \text{ t/m}^2 < 30 \text{ t/m}^2 \dots\dots\dots\text{aman}$$

$$\sigma_{\min} = \frac{84,607}{7,80} \left[1 - \frac{6 \cdot 0,988}{7,80} \right]$$

$$\sigma_{\min} = 2,599 \text{ t/m}^2 > 0 \text{ t/m}^2 \dots\dots\dots\text{aman}$$

- Terhadap piping

$$\Sigma L_v = 5,00 \text{ m}$$

$$\frac{1}{3} \Sigma L_H = 7,90 \text{ m}$$

$$H = 2,66 \text{ m}$$

$$C_{\text{Label}} = 2,5 \text{ (Bongkah dengan sedikit berangkal dan kerikil)}$$

$$C_L \leq \frac{5,00 + 7,90}{2,66}$$

$$2,5 \leq 4,85 \dots\dots\dots\text{aman}$$

Kesimpulan

Penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Debit banjir rancangan menggunakan Metode Nakayasu dengan kala ulang 50 tahun sebesar 1186,790 m³/det.
2. Debit outflow dari penelusuran banjir lewat waduk sebesar 246,829 m³/det dengan tinggi muka air rencana 3 m.
3. Dimensi check dam adalah tinggi main dam 6,00 m dan lebar mercu 3,00 m. Kedalaman pondasi 1,00 m dan panjang apron 10,50 m.
4. Kontrol stabilitas check dam menunjukkan kondisi aman, baik dalam kondisi normal maupun banjir.

Daftar Pustaka

- Anonymous. 1986. Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen. Volcanic Sabo Technical Centre. Yogyakarta.
- Anonymous. 2008. Profil Balai Besar Wilayah Sungai Brantas. Surabaya.
- Chow, V. T. 1992. Hidrolika Saluran Terbuka. Erlangga. Jakarta.
- Marwah, S. 2001. Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai Satuan Unit Perencanaan Pembangunan Pertanian Lahan Kering Berkelanjutan. Program Pasca Sarjana (S3), Institut Pertanian Bogor.
- Prastumi. 2008. Bangunan Air. Cetakan pertama. Srikandi. Surabaya.
- Soemarto, C. D. 1987. Hidrologi Teknik. Usaha Nasional. Jakarta.
- Soewarno. 1995. Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data. Nova. Bandung.
- Sosrodarsono, S. 1983. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi. Cetakan kedua. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sosrodarsono, S. 1985. Perbaikan dan Pengaturan Sungai. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sosrodarsono, S. 2003. Hidrologi Untuk Pengairan. Cetakan kesembilan. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Wijayanti, F dan Surono, Y. E. 2009. Studi Perencanaan Check Dam Kedungrejo 15 di Kali Konto Kecamatan Pujon Kabupaten Malang. Perpustakaan Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya. Malang