KAJIAN HIDROLIS RUNTUHNYA EMBUNG JOHO DI KECAMATAN SEMEN KABUPATEN KEDIRI

Suhudi

PS. Teknik Sipil, Fak Teknik, Universitas Tribhuwana Tungadewi

Abstract

Dam Joho located in Kedak river with especial function as is ready standard water to resident in three villages. Execution of project of Dam Joho planned 210 calendar days at dry season, expected is final of December 2006 can finish. At mid of December happened rain with high intensity causing admission filling of water in accumulating basin sudden and happened by a problem of that is collapsing of Dam Joho. This Research aim to evaluate to collapse him of Dam Joho by comparing analysis charge floods of planning early and analysis charge floods pursuant to rainfall during 20 the last year. Besides, knowing stability storey; level of dam the at the of happened problem. Pursuant to information of executor contractor that face elevation irrigate moment happened to collapse him of Dam Joho is 510,30 m. Comparison of inflow discharge and outflow discharge can be obtained by interpolation, so that charge inflow obtained by 1,2249 multiplied with outflow discharge 139,603 m³/s, its result 171,003 m³/s at time period 193 year. Safety factor stability number of dam to stream of seepage and to slide evaluated in a condition face irrigate full in part of upstream of dam, exceeding from which is permitted so that happened to collapse him of Dam Joho.

Keyword: collapse him of dam, evaluate hidraulic, bevel stability

Pendahuluan

Potensi sumberdaya air di Kecamatan Semen belum dimanfaatkan secara maksimal, dimana pada musim penghujan air sangat berlimpah dan pada musim penghujan banyak daerah yang mengalami kekeringan. Sudah seharusnya dilakukan usaha pemanfaatan potensi sumberdaya air yang ada dengan cara menampung air yang berlimpah pada musim penghujan guna dimanfaatkan pada musim kemarau. Embung adalah suatu bangunan air yang berfungsi

menampung air hujan untuk persediaan di musim kemarau pada suatu wilayah (Anonim, 1997). Oleh karena itu, pada akhir musim penghujan sangat diharapkan waduk (*storage*) terisi penuh sesuai dengan rencana. Sebagai dasar pemikiran perencanaan embung adalah terciptanya suatu bangunan yang berfungsi dengan baik selama masa pelaksanaan, pengoperasian hingga akhir usia guna (Soedibyo, 1993). Hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan embung diantaranya dihindarkan terjadinya limpasan permukaan pada *mercu* embung yang

dapat menyebabkan permasalahan pada tubuh embung.

Embung Joho terletak di Kali Kedak dengan panjang 12,84 km. Berdasarkan pola perencanaan pengembangan secara keseluruhan, Embung Joho yang mempunyai luas daerah pengaliran sungai 23,94 km² nantinya digunakan sebagai sarana penampungan air sungai pada musim penghujan, dengan fungsi utama sebagai penyediaan air baku bagi penduduk di tiga desa yaitu Desa Kedak (3.182 jiwa), Desa Pagung (4.112 jiwa) dan Desa Joho (3.226 jiwa), jika ada sisa air digunakan untuk keperluan irigasi (Anonim, 2000).

Program pelaksanaan proyek Embung Joho yang direncanakan 210 hari kalender pada musim kering, diharapkan akhir Desember 2006 bisa selesai. Pada pertengahan Desember terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi selama 2 jam sehingga menimbulkan debit aliran yang cukup besar. Pada saat itu, embung dalam kondisi kosong sehingga terjadi pengisian air di waduk secara tiba-tiba dan terjadilah suatu masalah yaitu runtuhnya (jebol) Embung Joho.

Pada saat awal terjadi hujan embung mampu menahan air yang datang, lama-lama pada tubuh embung mulai terjadi rembesan dan menyebabkan sembulan pada bagian hilir embung sehingga dalam waktu singkat terjadi longsoran-longsoran di sisi lereng bagian hilir embung dan terjadilah masalah pada Embung Joho. Kemungkinan lain yang menyebabkan masalah tersebut adalah dalam pelaksanaan di lapangan yang kurang baik atau desain awal embung yang kurang teliti. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian mengenai evaluasi desain embung dengan menitik beratkan pada kajian hidrolis yaitu debit banjir yang terjadi pada saat itu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi runtuhnya Embung Joho dengan membandingkan analisis debit banjir dari perencanaan awal dan analisis debit banjir berdasarkan data curah hujan selama 20 tahun terakhir. Sebagai pembuktian secara analitis indikasi runtuhnya Embung Joho yaitu dengan mengetahui tingkat stabilitas embung tersebut terhadap debit banjir maksimum yang terjadi.

Metode Penelitian

Sumber data diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Kabupaten Kediri yang merupakan data sekunder dengan anggapan bahwa semua data sekunder yang diperoleh dianggap benar dan mempunyai karakteristik yang sesuai serta mempunyai tingkat akurasi yang baik. Data-data sekunder tersebut diantaranya (1) curah hujan harian maksimum dari stasiun penakar hujan Kanyoran selama 20 tahun terakhir (1987-2006), (2) topografi dan jenis tanah, (3) luas DAS dan panjang sungai, (4) lengkung kapasitas waduk, (5) dimensi embung dan pelimpah, (6) elevasi maka air saat runtuhnya embung.

Curah hujan rencana adalah curah hujan tahunan dengan suatu kemungkinan yang terjadi pada waktu tertentu. Soemarto (1987) menyebutkan bahwa metode analisa curah hujan rencana adalah Log Pearson type III dengan cara mentransformasi data curah hujan ke harga logaritma kemudian menghitung parameter-parameter statistiknya.

Untuk menganalisa hidrograf banjir pada suatu sungai yang sedikit sekali dilakukan observasi hidrograf banjirnya, dapat menggunakan hidrograf sintetik yang telah dikembangkan di negara-negara lain, dimana parameter-parameternya harus disesuaikan terlebih

dahulu dengan karakteristik daerah pengaliran yang ditinjau (Soemarto, 1987). Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.

$$Q_p = A.R_o / 3,6(0,3T_p + T_{0,3})$$

Dimana :

- Q_p = Debit puncak banjir (m^3/dt)
 R_o = Hujan satuan (mm)
 A = Luas daerah pengaliran (km^2)
 T_p = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)
 $T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam)

Jika suatu waduk harus mentransformasikan debit masuk menjadi debit keluar maka pada saat yang telah ditentukan menjadi keseimbangan antara volume air yang masuk dan volume air yang keluar. Sehingga dalam menentukan elevasi mercu pelimpah (*spillway*) harus mengetahui terlebih dahulu volume tampungan efektif pada embung yang dapat dicari dengan cara mengplot selisih volume inflow dan volume outflow terhadap garis horisontal yang sesuai dengan debit rata-rata (Soedibyo, 1993).

Chow (1997) mengatakan bahwa fungsi bangunan pelimpah adalah untuk mengalirkan kelebihan air (debit banjir) yang tidak dapat ditampung oleh waduk agar limpasan air tidak terjadi di atas tubuh embung yang dapat membahayakan stabilitas embung.

Penelusuran banjir merupakan peramalan hidrograf di suatu titik pada bagian sungai yang didasarkan atas pengamatan hidrograf di titik lain. Soemarto (1987) menyatakan bahwa hidrograf banjir dapat ditelusuri lewat

waduk. Penelusuran lewat waduk, dimana penampungannya merupakan fungsi langsung dari aliran outflow maka cara penyelesaiannya dapat ditempuh dengan cara yang lebih eksak.

$$I - Q = dS/dt$$

Dimana :

- I = Inflow rata-rata (m^3/dt)
 Q = Outflow rata-rata (m^3/dt)
 S = Volume tampungan (m^3)
 t = Tenggang waktu (jam)

Konstruksi embung diharuskan mampu menahan gaya-gaya yang ditimbulkan oleh aliran filtrasi yang mengalir melalui celah-celah antara butiran-butiran tanah pembentuk embung. Kapasitas aliran filtrasi adalah kapasitas rembesan air yang mengalir ke hilir melalui tubuh embung dan pondasi embung. Untuk memperkirakan besarnya aliran filtrasi dapat dilakukan dengan menggunakan jaringan trayektori aliran filtrasi (Sosrodarsono, 2002).

$$Q_f = (N_f/N_p).K.H.L$$

Dimana :

- Q_f = Kapasitas aliran filtrasi (m^3/dt)
 N_f = Jumlah garis trayektori aliran
 N_p = Jumlah garis equipotensial
 K = Koefisien filtrasi
 H = Tinggi tekanan air total (m)
 L = Panjang profil melintang tubuh embung (m)

Besarnya rembesan yang diijinkan sebesar 2%-5% dari kapasitas tampungan total (Soedibyo, 1993).

Hancurnya suatu bangunan embung pada umumnya dimulai dengan terjadinya gejala kelongsoran pada lereng embung. Oleh karena itu, stabilitas lereng merupakan hal yang

penting bagi tubuh embung secara keseluruhan. Analisa stabilitas ini dilakukan dengan metode irisan bidang luncur bundar dari Fellinius (Sosrodarsono, 2002).

$$SF = \sum \{C.l + (N - U).Tg \theta\} / \sum T$$

Dimana :

- SF = Angka keamanan
 C = Kohesi bahan pembentuk embung (t/m²)
 l = Lebar irisan bidang luncur (m)
 N = Beban komponen vertikal yang timbul dari berat irisan bidang luncur (t/m)
 U = Tekanan air pori yang bekerja pada setiap irisan bidang luncur (t/m)
 θ = Sudut geser dalam bahan pembentuk embung (°)
 T = Beban komponen tangensial yang timbul dari berat irisan bidang luncur (t/m)

Analisa stabilitas embung terhadap longsor ditinjau dalam kondisi muka air penuh (banjir) di bagian hulu dan hilir embung. Sehingga embung dikatakan aman jika telah memenuhi syarat yang ditentukan yaitu jika $SF > SF_{ijin}$, untuk tanpa gempa $SF_{ijin} = 1,5$ dan dengan gempa $SF_{ijin} = 1,2$.

Hasil dan Pembahasan

Analisa debit banjir rencana pada Daerah Aliran Sungai Kedak dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu untuk berbagai kala ulang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tinggi muka air maksimum pada embung dapat diketahui dengan melakukan analisa penelusuran banjir melalui waduk, untuk kala ulang 100 tahun dan 200 tahun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan informasi dari pihak kontraktor pelaksana bahwa elevasi

muka air saat terjadi runtuhnya Embung Joho adalah 510,30 m, dibuktikan dengan adanya bekas elevasi muka air saat terjadi masalah yang menempel pada papan duga yang sudah jadi.

Tabel 1. Debit banjir rencana HSS Nakayasu

Jam ke	Debit Banjir Rencana Untuk Berbagai Kala Ulang			
	25	50	100	200
	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun
	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)
0	6.480	6.480	6.480	6.480
1	29.218	30.557	31.828	33.705
2	144.661	152.804	160.523	171.762
3	115.810	122.252	128.360	136.283
4	90.354	95.296	99.981	105.594
5	73.535	77.486	81.232	85.566
6	46.734	49.106	51.355	53.999
7	31.917	33.415	34.836	36.525
8	24.087	25.124	26.108	27.289
9	18.907	19.639	20.333	21.173
10	15.419	15.946	16.446	17.052
11	13.020	13.405	13.771	14.214
12	11.265	11.546	11.814	12.138
13	9.980	10.187	10.382	10.619
14	9.041	9.192	9.335	9.508
15	8.353	8.464	8.568	8.695
16	7.851	7.931	8.008	8.101
17	7.483	7.542	7.598	7.666
18	7.214	7.257	7.298	7.347
19	7.017	7.048	7.078	7.115
20	6.873	6.896	6.918	6.944
21	6.767	6.784	6.800	6.820
22	6.690	6.703	6.714	6.728
23	6.634	6.643	6.651	6.662
24	6.592	6.599	6.605	6.613

Tabel 2. Penelusuran banjir melalui waduk kala ulang 100 tahun dan 200 tahun.

T jam	100 tahun						200 tahun.					
	Q100th m ³ /dt	(I _n +I _{n-1})/2 m ³ /dt	ψ m ³ /dt	φ m ³ /dt	Q m ³ /dt	Elevasi m	Q200th m ³ /dt	(I _n +I _{n-1})/2 m ³ /dt	ψ m ³ /dt	φ m ³ /dt	Q m ³ /dt	Elevasi m
0	6.480				6.480	507.484	6.480				6.480	507.484
1	31.828	19.154	1.888	21.042	15.910	507.879	33.705	20.092	1.888	21.980	16.569	507.902
2	160.523	96.175	5.132	101.307	74.635	509.356	171.762	102.734	5.411	108.145	79.212	509.456
3	128.360	144.441	26.672	171.113	130.287	510.170	136.283	155.023	28.933	183.956	140.286	510.321
4	99.981	114.171	40.826	154.997	113.900	510.008	105.594	120.939	42.826	163.764	118.800	510.059
5	81.232	80.607	39.728	120.335	93.400	509.795	85.566	95.580	40.123	135.703	97.200	509.835
6	51.355	66.293	34.188	100.481	74.600	509.348	53.999	69.783	38.382	108.164	74.700	509.351
7	34.836	43.096	26.542	69.637	45.200	508.729	36.525	45.262	26.086	71.348	45.200	508.729
8	26.108	30.472	15.977	46.449	33.757	508.486	27.289	31.907	15.977	47.884	32.600	508.446
9	20.333	23.220	12.513	35.733	25.000	508.191	21.173	24.231	11.896	36.127	25.000	508.191
10	16.446	18.389	9.015	27.404	20.379	508.031	17.052	19.112	9.015	28.127	20.887	508.048
11	13.771	15.108	7.025	22.133	16.926	507.950	14.214	15.633	7.240	22.873	17.488	507.975
12	11.814	12.792	5.207	17.999	13.789	507.810	12.138	13.176	5.386	18.562	14.216	507.829
13	10.382	11.098	4.210	15.308	11.747	507.719	10.619	11.379	4.346	15.725	12.063	507.733
14	9.335	9.858	3.561	13.420	10.314	507.655	9.508	10.064	3.662	13.726	10.546	507.665
15	8.568	8.952	3.106	12.058	9.280	507.609	8.695	9.102	3.180	12.282	9.450	507.616
16	8.008	8.288	2.778	11.066	8.527	507.575	8.101	8.398	2.832	11.230	8.652	507.581
17	7.598	7.803	2.538	10.341	7.978	507.551	7.666	7.883	2.578	10.461	8.069	507.555
18	7.298	7.448	2.364	9.811	7.576	507.533	7.347	7.507	2.393	9.899	7.642	507.536
19	7.078	7.188	2.236	9.424	7.281	507.520	7.115	7.231	2.257	9.488	7.330	507.522
20	6.918	6.998	2.142	9.140	7.066	507.510	6.944	7.029	2.158	9.187	7.102	507.512
21	6.800	6.859	2.074	8.933	6.909	507.503	6.820	6.882	2.085	8.967	6.935	507.504
22	6.714	6.757	2.024	8.781	6.794	507.498	6.728	6.774	2.032	8.807	6.813	507.499
23	6.651	6.683	1.988	8.670	6.710	507.494	6.662	6.695	1.994	8.689	6.724	507.495
24	6.605	6.628	1.961	8.589	6.648	507.491	6.613	6.637	1.965	8.603	6.658	507.492

Pada saat elevasi muka air 510,30 m dapat diketahui debit outflow yang terjadi dengan cara interpolasi data pada Tabel 3 dan diperoleh 139,603 m³/dt.

Tabel 3. Hubungan elevasi muka air dan debit outflow

kala ulang (tahun)	El. muka air (m)	Debit outflow (m ³ /dt)
100	510.170	130.287
	510,300	?
200	510.321	140.286

Analisa debit inflow pada saat terjadi masalah dapat dilakukan dengan membandingkan antara Q inflow dan Q outflow saat elevasi muka air maksimum.

$$Q_{\text{inflow}} / Q_{\text{outflow}} = 160,523 / 130,287$$

$$\text{Kala ulang 100 th} = 1,2321$$

$$Q_{\text{inflow}} / Q_{\text{outflow}} = 171,762 / 140,286$$

$$\text{Kala ulang 200 th} = 1,2244$$

Perbandingan Q inflow dan Q outflow saat elevasi muka air 510,30 m dapat diperoleh dengan cara interpolasi berdasarkan analisa di atas yaitu 1,2249. Sehingga Q inflow saat elevasi muka air 510,30 m diperoleh dengan cara 1,2249 dikalikan dengan Q outflow 139,603 m³/dt, hasilnya 171,003 m³/dt (kala ulang 193 tahun).

Hasil analisa hidrologi pada *Laporan Akhir Detail Embung di Kabupaten Kediri* tahun anggaran 1999/2000 diperoleh debit banjir (Q inflow) kala ulang 100 tahun sebesar 113,649 m³/dt dengan angka keamanan stabilitas embung cukup memadai (aman). Sedangkan menurut analisa dengan data curah hujan 20 tahun terakhir (1987-2006)

diperoleh 160,523 m³/dt, hal ini disebabkan karena curah hujan yang terjadi pada tahun terakhir relatif besar sehingga Q inflow 29,2% lebih besar dibanding dengan Q inflow rencana awal.

Langkah berikutnya adalah menganalisa sejauh mana angka keamanan stabilitas embung terhadap aliran filtrasi dan longsoran pada saat terjadi masalah, dimana runtuhnya Embung Joho pada kondisi Q inflow 171,003 m³/dt dengan elevasi muka air mencapai 510,30 m. Angka keamanan stabilitas embung terhadap aliran filtrasi menunjukkan bahwa debit aliran filtrasi (Q_f) = 0,928 m³/hari sedangkan debit aliran filtrasi yang ijin (Q_{f_{ijin}}) = 0,100 m³/hari. Sehingga Embung Joho tidak aman ditinjau dari stabilitas embung terhadap aliran filtrasi karena Q_f > Q_{f_{ijin}}, sedangkan syarat aman jika Q_f < Q_{f_{ijin}}. Analisa stabilitas embung terhadap longsoran ditinjau dalam kondisi muka air penuh (banjir) di bagian hulu embung menunjukkan bahwa angka keamanan (SF) = 1,12 (tanpa gempa) dan 0,52 (dengan gempa). Sehingga Embung Joho tidak aman ditinjau dari stabilitas embung terhadap longsoran karena SF < SF_{ijin}, sedangkan syarat aman jika SF > SF_{ijin}, untuk tanpa gempa SF_{ijin} = 1,5 dan dengan gempa SF_{ijin} = 1,2.

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat dikemukakan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Analisa debit banjir (Q inflow) rencana awal Embung Joho kala ulang 100 tahun adalah 113,649 m³/dt, analisa dengan data curah hujan 20 tahun terakhir (1987-2006) kala ulang 100 tahun diperoleh 160,523 m³/dt.

2. Debit banjir (Q inflow) saat terjadi masalah runtuhnya Embung Joho adalah $171,003 \text{ m}^3/\text{dt}$ pada kala ulang 193 tahun.
3. Angka keamanan stabilitas embung terhadap aliran filtrasi dan terhadap longsoran melebihi yang diijinkan sehingga menimbulkan runtuhnya Embung Joho.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Kediri dan kontraktor pelaksana yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Anonim. 1997. Pedoman Kriteria Desain Embung Kecil untuk Daerah Semi Kering di Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2000. Laporan Akhir Detail Embung di Kabupaten Kediri. Dinas pekerjaan Umum Kabupaten Kediri.
- Chow, V. T. 1997. Hidrolika Saluran Terbuka. Erlangga. Jakarta.
- Soedibyo. 1993. Teknik Bendungan. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Soemarto, C.D. 1987. Hidrologi Teknik. Usaha Nasional. Surabaya.
- Sosrodarsono, S dan Takeda, K 2002. Bendungan Type Urugan. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.

-Redaksi: Halaman ini sengaja dikosongkan-