

PERENCANAAN CHECK DAM SUNGAI LEBUGINI KABUPATEN KUDUS, JAWA TENGAH

Fikri Amirullah, Raditya Nalendro, Sri Eko Wahyuni^{*)}, Salamun^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Sungai Lebugini merupakan anak sungai dari Sungai Juana yang berada di bawah kewenangan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali – Juana, tepatnya terletak di wilayah administratif Kabupaten Kudus. Letak sungai Lebugini yang berada di daerah hulu turut memberikan dampak terhadap terjadinya degradasi pada sungai tersebut, sehingga untuk menstabilkan alur sungai perlu adanya perencanaan bangunan konservasi pada Sungai Lebugini. Data yang digunakan untuk perencanaan check dam adalah data primer (data geoteknik, geometri Sungai Lebugini, dan data ketinggian air ketika banjir) dan data sekunder (peta topografi dan data curah hujan). Data tersebut digunakan sebagai dasar perencanaan main dam, sub dam, lantai terjun, bangunan pelengkap, kontrol stabilitas bangunan, dan menjadi acuan untuk menentukan besarnya rencana anggaran biaya. Dari hasil perhitungan, diperoleh tinggi main dam 4,00 m, lebar peluap main dam dan sub dam 17,00 m, tebal peluap main dam dan sub dam 1,50 m, kemiringan hulu main dam dan sub dam 1 : 0,5, kemiringan hilir main dam dan sub dam 1 : 0,2, lebar sayap main dam dan sub dam 1,50 m, penetrasi sayap 2,00 m, tinggi sub dam 1,60 m, panjang lantai terjun 11,00 m, lubang drainase berbentuk persegi dengan panjang sisi 1,00 m sebanyak 11 buah. Total biaya yang dibutuhkan untuk membangun check dam Sungai Lebugini adalah Rp. 1.521.177.000,00 sudah termasuk PPN sebesar 10% dan lama pengerjaan 110 hari.

kata kunci : *check dam, sungai Lebugini, Kudus*

ABSTRACT

Lebugini River is the branch of Juana river which is under the authority of the Central River Region Pemali - Juana, precisely located in the administrative area of the Kudus District. The location, which is on the upstream, causes degradation of the river channel, thus, to stabilize the river channel, the local Government should have a plan to build the conservation building. The data used for the planning of check dam are primary data (geotechnical data, the geometry of Lebugini river, and also the water level when flood came) and secondary data (topographic map and rainfall data). These data is used as a basic of main dam planning, sub dam, apron, complementary buildings, building stability control, and as the reference to determine the budget plan. From the calculation, height of

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

main dam is 4,00 m, width of main dam's and sub dam's crest are 17,00 m each, thick of main dam's and sub dam's crest are 1,50 m each, the upstream slope of the dam is around 1 : 0,5, the downstream slope of the dam is around 1 : 0,2, width of main dam's and sub dam's wing are 1,50 m each, both main dam's and sub dam's wing penetration are 2,00 m each, height of sub dam 1,60 m, length of apron is 11 m, square-shaped drip hole with sides 1,00 m by 11 pieces. The total cost to build the check dams of Lebugini River is IDR 1.521.177.000,00 include VAT and 110 days workmanship.

keywords: *check dam, Lebugini river, Kudus*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai Lebugini merupakan anak sungai dari Sungai Juana dan terletak di daerah hulu sehingga turut memberikan dampak terhadap terjadinya degradasi pada sungai tersebut. Untuk menstabilkan alur sungai perlu adanya perencanaan bangunan konservasi pada Sungai Lebugini. Oleh karena itu direncanakan bangunan pengendali sedimen (*check dam*) sebagai upaya konservasi di Sungai Lebugini.

Maksud dan Tujuan

Maksud dari perencanaan bangunan pengendali sedimen (*check dam*) Lebugini adalah untuk menstabilkan alur sungai Lebugini.

Tujuan dari perencanaan bangunan pengendali sedimen (*check dam*) Lebugini antara lain :

1. Mendapatkan desain *check dam*.
2. Mendapatkan total biaya yang dibutuhkan untuk membangun *check dam*.

Ruang Lingkup

Pelaksanaan tugas akhir akan lebih menitik-beratkan pada segi perencanaan teknis *Check Dam* Lebugini. Pembatasan masalah yang akan dibahas meliputi pengumpulan data, analisis hidrologi, perencanaan bangunan *check dam*, gambar rencana, rencana kerja dan syarat-syarat (RKS) serta rencana anggaran biaya (RAB).

Lokasi Studi

Bangunan pengendali sedimen (*check dam*) yang direncanakan terletak di Desa Lau, Kecamatan Dawe, Kabupaten Kudus, tepatnya berada pada posisi 6°52'30" LS dan 110°52'30" BT.

METODOLOGI

Metodologi dalam tugas akhir ini, antara lain :

1. Pengumpulan Data.
Data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder.

- a. Data primer.
Data primer yang diperoleh yaitu ketinggian air pada saat kondisi banjir yang pernah terjadi (wawancara dengan penduduk setempat).
- b. Data sekunder.
Data sekunder yang diperoleh meliputi :
 - Peta Topografi atau Peta Rupa Bumi Indonesia daerah Kabupaten Kudus dengan skala 1 : 25.000.
 - Data curah hujan yang diambil dari data pengamatan 3 stasiun penakar hujan, yaitu Stasiun Colo, Stasiun Besito, dan Stasiun Cendono Dawe selama kurun waktu 22 tahun (dari tahun 1991 hingga 2012).
 - Data hasil penyelidikan tanah di daerah calon lokasi bangunan di kecamatan Dawe Kabupaten Kudus.
 - Gambar potongan memanjang dan melintang Sungai Lebugini.

2. Analisis Data Hidrologi.

Langkah-langkah analisis data hidrologi terdiri dari :

- a. Analisis kelengkapan dan uji konsistensi data hujan.
Jika ada data hujan yang hilang, maka data yang hilang tersebut perlu dicari dengan bantuan minimal dua stasiun hujan lain di sekitarnya dengan menggunakan salah satu dari tiga metode, yakni (Triatmodjo, 2008) :
 - Metode Aljabar.

$$P_x = \frac{1}{N(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_N)} \dots\dots\dots (1)$$

- Metode Perbandingan Normal.

$$P_x = \frac{1}{N} \left\{ \left(\frac{N_x \cdot P_a}{N_a} \right) + \left(\frac{N_x \cdot P_b}{N_b} \right) + \dots + \left(\frac{N_x \cdot P_N}{N_N} \right) \right\} \dots\dots\dots (2)$$

- Metode Kebalikan Kuadrat Jarak (*Reciprocal Method*).

$$dx_i^2 = X^2 + Y^2 \dots\dots\dots (3)$$

$$W_i = \frac{1}{dx_i^2} \dots\dots\dots (4)$$

$$P = \frac{\sum(P_i \cdot W_i)}{\sum W} \dots\dots\dots (5)$$

Setelah data hujan lengkap, dilakukan uji konsistensi data dengan metode kurva massa ganda (*double mass curve*), jika data tidak konsisten maka perlu dilakukan koreksi.

- b. Analisis curah hujan harian maksimum.
Ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk menghitung curah hujan harian maksimum, antara lain (Suripin, 2004):

- Metode Aljabar.

$$P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \dots\dots\dots (6)$$

- Metode Poligon Thiessen.

$$P = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (7)$$

- c. Analisis distribusi frekuensi.

Analisis distribusi frekuensi antara lain distribusi Normal, distribusi Log Normal, distribusi *Gumbel*, dan distribusi Log Pearson Tipe III. Kemudian dilakukan uji sebaran dengan metode *Chi Square* dan metode *Smirnov-Kolmogorov*.

- d. Analisis debit banjir rencana.

Metode yang digunakan dalam analisis debit banjir rencana antara lain :

- Metode HSS Gama I;
- Metode FSR Jawa – Sumatera;
- Metode *Haspers*; dan
- Metode *Passing Capacity*.

- 3. Analisis Dimensi *Check Dam*.

Adapun langkah-langkah untuk mendapatkan dimensi *check dam* berpedoman pada *Technical Standards and Guidelines for Planning and Design of Sabo Structures, JICA, 2010*.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Analisis Kelengkapan dan Uji Konsistensi Data Hujan

Mencari data yang hilang di bulan Mei berdasarkan 2 stasiun di sekitarnya :

- 1. Cendono Dawe terhadap Colo.

$$P_{cd-co} = \left(\frac{N_{cd} - N_{co}}{N_{co}} \right) \times 100\% = \left(\frac{2681,6 - 2661,6}{2661,6} \right) \times 100\% = 0,75 \%$$

- 2. Besito terhadap Colo.

$$P_{(bs-co)} = \left((N_{bs} - N_{co}) / N_{co} \right) \times 100\% = \left((1896,3 - 2661,6) / 2661,6 \right) \times 100\% = -28,75\% = | -28,75\% | = 28,75\%$$

- 3. Rata-rata P_{cd-co} dengan P_{bs-co} .

$$\frac{0,75\% + 28,75\%}{2} = 14,75\%$$

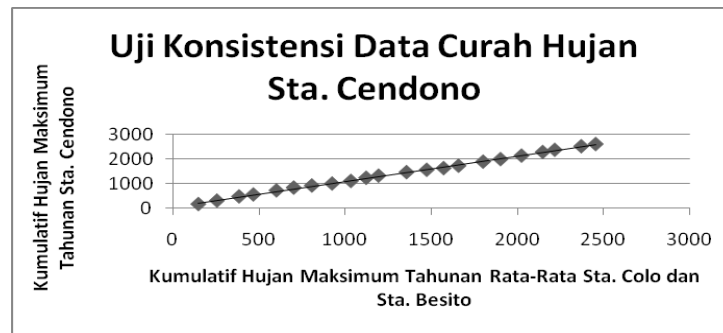
Hasil rata-rata >10%, maka pencarian data yang hilang dilakukan dengan metode perbandingan normal. Contoh perhitungan :

$$P(1 \text{ Mei } 2012) = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{2666,1 \times 49}{2681,6} \right) + \left(\frac{2666,1 \times 0}{1896,3} \right) \right] = 24,3 \approx 24 \text{ mm}$$

$$P(2 \text{ Mei } 2012) = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{2666,1 \times 20}{2681,6} \right) + \left(\frac{2666,1 \times 41}{1896,3} \right) \right] = 38,7 \approx 39 \text{ mm}$$

$$P(3 \text{ Mei } 2012) = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{2666,1 \times 6}{2681,6} \right) + \left(\frac{2666,1 \times 0}{1896,3} \right) \right] = 2,9 \approx 3 \text{ mm}$$

Kemudian dilakukan uji konsistensi data dengan *double mass curve* dan dinyatakan bahwa data konsisten karena membentuk garis lurus/linier. Berikut adalah contoh grafik hasil perhitungan :



Gambar 1. Uji Konsistensi Stasiun Cendono Dawe terhadap Stasiun Colo dan Besito

Analisis Curah Hujan Harian Maksimum

Setelah dilakukan analisis pengaruh stasiun hujan terhadap DAS Lebugini, stasiun hujan Besito dinyatakan tidak berpengaruh pada DAS Lebugini ($\pm 5,35 \text{ km}$) sehingga metode yang digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata adalah metode Aljabar.

Analisis Distribusi Frekuensi

Setelah dilakukan analisis distribusi frekuensi, didapatkan nilai $C_s = 0,03$ dan $C_k = 3,66$ sehingga perhitungan curah hujan menggunakan metode distribusi Normal karena $C_s = 0,03 \approx 0$ dan $C_k = 3,66 \approx 3$. Uji sebaran yang dilakukan dengan metode *Chi Square* dan metode *Smirnov-Kolmogorov* menyatakan bahwa data dapat diterima. Perhitungan curah hujan menggunakan metode Normal dengan rumus (Suripin, 2004) :

$$X_T = \bar{X} + K_T S \dots \dots \dots (8)$$

Tabel 1. Perhitungan Curah Hujan Maksimum Rencana

No	Periode Ulang	\bar{X}	K_T	S	Hujan Maksimum
1	10	98.25	1.28	32.07	139.30
2	25	98.25	1.77	32.07	154.94
3	50	98.25	2.08	32.07	165.06
4	100	98.25	2.33	32.07	172.96
5	200	98.25	2.58	32.07	180.98

Sumber : hasil perhitungan

Analisis Debit Banjir Rencana

Berdasarkan Peta Rupa Bumi Indonesia untuk Kabupaten Kudus dengan skala 1:25.000 didapatkan luas DAS Lebugini adalah 9,61 km². Hasil perhitungan debit banjir rencana dengan beberapa metode disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir Rencana

Periode (Tahun)	Rmax (mm)	Q (m ³ /detik)			
		HSS Gama I	FSR Jawa - Sumatera	Haspers	Passing Capacity
10	139.30	46.81	26.01	102.37	
25	154.94	53.73	33.20	113.87	
50	165.06	58.21	42.51	121.30	62.08
100	172.96	61.71	46.35	127.11	
200	180.98	65.26	54.52	133.01	

Sumber: hasil perhitungan

Berdasarkan tabel di atas, debit banjir yang digunakan adalah debit banjir hasil perhitungan dengan metode HSS Gama I untuk periode 200 tahunan sebesar 65,26 m³/det karena lebih mendekati banjir historis yang terjadi di sungai Lebugini yang dihitung dengan metode *passing capacity* yaitu sebesar Q = 62,08 m³/detik.

Perencanaan Check Dam

Perhitungan debit rencana :

$$Q_d = Q * (1 + \alpha)$$

$$= 65,26 * (1 + 0,1)$$

$$= 71,79 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Keterangan :

- Q_d = debit rencana (m³/dtk).
- Q = debit banjir rencana (m³/dtk).
- α = rasio konsentrasi sedimen rendah = 10%.

Berdasarkan kondisi tebing kanan dan tebing kiri pada lokasi rencana *check dam*, tinggimain dam direncanakan 4,00 m. Lebar peluap *main dam* dihitung dengan rumus :

$$B_1 = \alpha * Q_d^{0,5}$$

$$= 2 * 71,79^{0,5}$$

$$= 17,00 \text{ m}$$

Kemiringan peluap (m₂) diambil 0,50 sehingga tinggi air di atas peluap dihitung dengan rumus :

$$Q = (18,06 + 13,28)h_w^{1,5} \dots\dots\dots (9)$$

dengan cara *trial and error*, didapatkan h_w = 1,75 m. Tinggi jagaan (W) diambil 0,60 m karena Q_d ≤ 200 m³/dtk. Tebal peluap *main dam* diambil 1,50 m. Kemiringan hulu dan hilir

tubuh *main dam* masing-masing adalah 0,50 dan 0,20. Untuk perhitungan kedalaman pondasi *main dam* digunakan persamaan sebagai berikut :

$$h_p = (1/3 \text{ s.d. } 1/4) (h_w + h_m) \quad \dots\dots\dots(10)$$

$$h_p = 1/3 \cdot (1,75 + 4) = 2,00 \text{ m.}$$

Untuk konstruksi sayap *main dam* diambil lebarnya sama dengan tebal peluap, yakni sebesar 1,50 m dan penetrasi sayap sedalam 2,00 m. Kemiringan sayap ditentukan dengan rumus $1/i = 1:26$ di mana i adalah kemiringan dasar sungai, yaitu 0,0392.

Lebar dan tebal peluap *sub dam* serta kemiringan hulu dan hilir tubuh *sub dam* direncanakan sama dengan *main dam*, yaitu masing-masing sebesar 17,00 m dan 1,50 m serta 1:0,50 dan 1:0,20.

Tebal lantai terjun (d) diperhitungkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$d = c \cdot (0,6 h_m + 3 h_w - 1) \quad \dots\dots\dots(11)$$

di mana :

c = koefisien untuk pelindung air, diambil nilai sebesar 0,1 karena menggunakan pelindung.

h_m = tinggi *main dam* (m).

h_w = tinggi air diatas *main dam* (m).

$$d = 0,1 (0,6 \cdot 4,00 + 3 \cdot 1,75 - 1) = 0,70\text{m, sedangkan panjang lantai terjunnya adalah } 11,00 \text{ m.}$$

Tinggi *sub dam* (h_s) direncanakan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$h_s = (1/3 \text{ s.d. } 1/4) (h_m + d) \quad \dots\dots\dots(12)$$

di mana :

h_m = tinggi *main dam* (m).

d = tebal lantai terjun (m).

$$h_s = 1/3 \cdot (4,00 + 0,70) = 1,57 \text{ m} \approx 1,60 \text{ m}$$

Kedalaman pondasi *sub dam* dapat dihitung dengan rumus :

$$d = \frac{1}{3} (h_s + h_{mr}) = \frac{1}{3} (1,60 + 1,75) = 1,30 \text{ m}$$

Perhitungan lubang drainase adalah sebagai berikut :

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot b}$$

$$71,79 = 0,68 \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2}$$

$$A = 10,659 \text{ m}^2$$

direncanakan lubang drainase berbentuk persegi dengan panjang sisi 1,00 m, sehingga didapatkan jumlah lubang drainase sebanyak 11 lubang.

Menghitung volume sedimen tertampung :

Tinggi bangunan <i>main dam</i> (H)	= 4,00 m
Lebar sungai (B)	= 22,40 m
Kemiringan dasar sungai asli (I_0)	= 0,0392
Kemiringan dasar sedimen tertampung (I_1)	= 0,5 x I_0
	= 0,5 x 0,0392
	= 0,0196

$$\text{Volume tertampung (VS)} = \frac{B \cdot H^2}{2(I_0 - I_1)}$$

$$(\text{VS}) = \frac{22,40 \cdot 4^2}{2(0,0392 - 0,0196)}$$

$$= 9.142,857 \text{ m}^3$$

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis data-data dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Perencanaan *check dam* Lebugini bertujuan untuk menstabilkan alur Sungai Lebugini.
2. Luas DAS Lebugini adalah $\pm 9,61 \text{ km}^2$, dengan panjang sungai utama (L) $\pm 13,38 \text{ km}$. Perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode HSS Gama. Diperoleh debit banjir rencana dengan periode ulang 200 tahun (Q_{200}) $65,26 \text{ m}^3/\text{s}$.
3. Tinggi peluap *main dam* direncanakan setinggi 4,00 m dengan kemiringan bagian hulu 1:0,5 dan kemiringan bagian hilir 1:0,2.
4. Tinggi *sub dam* direncanakan setinggi 1,60 m dengan kemiringan bagian hulu 1:0,5 dan kemiringan bagian hilir 1:0,2.
5. Tinggi muka air di hulu *main dam* adalah +144,35 m.
6. Rencana Anggaran Biaya konstruksi perencanaan *check dam* direncanakan sebesar Rp 1.521.177.000,00 (Satu Milyar Lima Ratus Dua Puluh Satu Juta Seratus Tujuh Puluh Tujuh Ribu Rupiah).
7. Rencana waktu pelaksanaan Pembangunan *Check Dam* Lebugini adalah selama 110 hari.

SARAN

Saran yang dapat diuraikan dalam proyek *Check Dam* Lebugini setelah melakukan pengolahan data secara keseluruhan dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah:

1. Dengan memperhatikan bahwa konstruksi *check dam* yang direncanakan menggunakan pasangan batu belah, diharapkan agar pengawasan mengenai spesifikasi bahan maupun pelaksanaan dilaksanakan secara cermat mungkin dan mengikuti RKS dengan baik.
2. Mengingat bahwa lokasi pekerjaan berada di sungai dengan dikelilingi tebing yang cukup tinggi, maka keselamatan pekerja dan keamanan selama pelaksanaan harus diutamakan.
3. Setelah pembangunan proyek selesai harus ditindaklanjuti dengan operasi dan pemeliharaan yang sesuai dengan *Standard Operational Procedure* (SOP).

DAFTAR PUSTAKA

-2010. *Technical Standards And Guidelines For Planning And Design Of Sabo Structures*. JICA (Japan International Cooperation Agency) dalam <http://jcpoweryogyakarta.blogspot.com/2011/01/apron-wings-others-in-sabo-dam-design.html> diunduh pada Sabtu, 15 Maret 2014 jam 20.45.
- Das, Braja M. 1998. *Mekanika Tanah*. Jakarta : PT Erlangga.
- Harto, Sri Br. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Loebis, Joesron Ir. 1987. *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*. Bandung : Departemen Pekerjaan Umum.
- Salamun. Buku Ajar Bangunan Air.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Soedibyo. 1993, *Teknik Bendungan*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Soemarto, CD. 1995. *Hidrologi Teknik*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Jilid I*. Bandung : Nova.
- Sosrodarsono, Suyono dan Masateru Tominaga. 1994. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Sosrodarsono, Suyono dan Takeda Kensaku. 1983. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.