

Analisis Desain Kantong Lumpur Saluran Induk Daerah Irigasi Kedung Putri Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah

Nohan Surya Aji Sri Hartono¹, Isnugroho², Reja Putra Jaya³

^{1,2}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

³Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra

Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Surakarta, 57102, Jawa Tengah

*Email: d100190239@student.ums.ac.id

Abstrak

Produktivitas Bendung Kedung Putri mengalami penurunan, dan salah satu faktornya adalah sedimentasi. Selain faktor tersebut terdapat faktor lain, yaitu faktor usia yang mempengaruhi bekurangnya produktivitas bangunan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui laju pengangkutan sedimen dari bendung ke dalam kantong lumpur agar sedimen tidak masuk ke saluran irigasi, dimana kantong pengendapan diperlukan pada awal saluran. Kemudian direncanakan ukuran kantong lumpur sesuai dengan hasil laju sedimentasi yang telah didapatkan. Dilakukan beberapa tahapan dalam penelitian mulai dari studi literatur, pengumpulan data berupa data kecepatan aliran, data sampel sedimen, data teknis bendung, dan data teknis kantong lumpur. Dimensi kantong lumpur memiliki panjang 840 m, lebar keseluruhan 7,5 m dan kedalaman 3,28 m. Kesimpulan yang didapatkan adalah ukuran kantong lumpur direncanakan sesuai dengan volume sedimen yang didapatkan, dan kantong lumpur perlu dilakukan pembilasan setiap 86 hari supaya tidak terjadi penumpukan sedimen di dalam kantong lumpur. Kantong lumpur menggunakan konstruksi pasangan batu bulat untuk bangunan kantong lumpur, persegi panjang untuk saluran kantong lumpur dan saluran utama menggunakan bentuk trapesium. Efisiensi bangunan Kantong Lumpur didapatkan sebesar 88% setelah dilakukan Revitalisasi.

Kata Kunci: Bendung, Kantong Lumpur, Sedimentasi

Abstract

The productivity of the Kedung Putri Weir has decreased, and one of the factors is sedimentation. In addition to these factors there are other factors, namely the age factor which affects the reduced productivity of buildings. The aim of the study was to determine the transport rate of sediment from the weir into the mud bag so that the sediment does not enter the irrigation canal, where a settling bag is needed at the beginning of the canal. Then the size of the sludge bag is planned according to the results of the sedimentation rate that has been obtained. The stages of the research are to test the sediment samples, measure the flow rate and channel dimensions, then calculate and analyze the data. The dimensions of the mud bag are 840 m in length, 7.5 m in overall width and 3.28 m in depth. The conclusion is that the size of the sludge bag is planned according to the volume of sediment obtained, and the sludge bag needs to be rinsed every 86 days so that sediment does not accumulate in the sludge bag. The mud bag uses round stone masonry construction for the mud bag building, rectangle for the mud bag channel and the main channel uses a trapezoidal shape. The efficiency of the Mud Bag building was obtained at 88% after Revitalization.

Keywords: Dam, Mud Bag, Sedimentation

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Irigasi Kedung Putri adalah jaringan irigasi peninggalan jaman Belanda, diperkirakan dibangun sekitar tahun 1925. Pada saat itu, selain untuk keperluan irigasi juga sebagai pembangkit listrik tenaga air (di Desa Baledono), tepatnya pada bangunan pengambilan B.Kp. 1 saluran induk Kedung Putri.

Tujuan dilakukannya Revitalisasi adalah untuk memperbaiki produktivitas bangunan Kantong Lumpur agar dapat berfungsi dengan baik. Pengelolaan Daerah Irigasi Kedung Putri merupakan tanggung jawab dan kewenangan Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak dibantu oleh Dinas Provinsi dan Kabupaten dalam kegiatan operasi dan pemeliharannya yaitu Balai Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Progo Bogowonto yang berafiliasi dengan Dinas Tata

Air Badan Pengelola Sumber Daya dan unit perencanaan ruang dan implementasi teknologi Provinsi Jawa Tengah. Sumber Daya Air untuk Wilayah Purworejo, di bawah Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kabupaten Purworejo. Produktivitas Bendung Air Kedung Putri menurun, dan salah satu faktor penyebabnya adalah sedimentasi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Terjadi penurunan efisiensi Bendung Kedung Putri, sehingga perlu dilakukan revitalisasi.
2. Sedimentasi cukup tinggi sehingga perlu dilakukan analisis untuk menentukan eksploitasi normal dan efisiensi kantong lumpur bendung Kedung Putri.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan :

1. Mengetahui tujuan dilakukannya Revitalisasi bangunan Kantong Lumpur Bendung Kedung Putri.
2. Menentukan besar eksploitasi normal kantong lumpur supaya sedimentasi tidak masuk ke saluran irigasi, maka diperlukan kantong pengendap sedimen di awal saluran.
3. Menentukan nilai pembilasan Kantong Lumpur Bendung Kedung Putri.
4. Menentukan desain Kantong Lumpur berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan.
5. Menentukan durasi pembilasan Kantong Lumpur.
6. Mengetahui nilai Efisiensi bangunan Kantong Lumpur.

1.4 Batasan Masalah

Untuk fokus pembahasan, penulis membatasi masalah yang dibahas yaitu :

1. Tujuan pelaksanaan Revitalisasi terhadap bangunan Kantong Lumpur Bendung Kedung Putri dikarenakan terjadi penurunan produktivitas akibat usia pakai bangunan. Faktor tersebut berpengaruh pada penumpukan

sedimen yang terjadi pada bangunan Kantong Lumpur.

2. Menentukan nilai Efisiensi dan Eksploitasi normal bangunan Kantong Lumpur Bendung Kedung Putri. Nilai tersebut didapatkan dari hasil perhitungan berdasarkan data yang diperoleh melalui hasil pengujian sampel di lapangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat :

1. Dapat mengetahui tujuan dilakukannya revitalisasi pada bangunan Kantong Lumpur Bendung Kedung Putri
2. Mengetahui besar eksploitasi normal pada Kantong Lumpur Bendung Kedung Putri.
3. Mendapatkan nilai pembilasan bangunan Kantong Lumpur Bendung Kedung Putri.
4. Mengetahui desain bangunan Kantong Lumpur Bendung Kedung Putri.
5. Mengetahui durasi pembilasan bangunan Kantong Lumpur Bendung Kedung Putri.
6. Mendapatkan efisiensi bangunan Kantong Lumpur Bendung Kedung Putri setelah dilakukan revitalisasi.

1.6 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Bendung Kedung Putri, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah.



Gambar 1. Peta Lokasi Pekerjaan
Sumber: <https://id.pinterest.com/pin/1026961521248545055/>

Keterangan :

: Lokasi Pekerjaan

1. METODOLOGI

maupun laut dan dihantarkan oleh air, angin, udara, dan es. (Pipkin 1945, dalam Budiman dan Rizki 2018). Sedimentasi adalah masalah yang pasti terjadi dalam setiap aliran sungai sehingga diperlukan bangunan penjebak sedimen atau kantong lumpur. (Agustian, Permana, 2021). Kantong lumpur dimanfaatkan sebagai area pengendapan sedimen halus yang terbawa masuk ke pintu masuk, sehingga air yang masuk ke saluran primer dapat dikatakan lebih jernih.

Pada perhitungan sedimen kantong lumpur bendung kedungputri digunakan 2 (dua) perhitungan untuk menentukan besaran eksploitasi, pembilasan, dan efisiensi. Dimana keduanya dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$i_n = V_n^2 / (R^{2/3} \times K_n)^2 \quad (1)$$

$$I_s = V_s^2 / (R^{2/3} \times K_s)^2 \quad (2)$$

Keterangan :

i_n : Eksploitasi

i_s : Pembilasan

2.1 Perhitungan Dimensi Kantong Lumpur

Pada perhitungan dimensi kantong lumpur terbagi menjadi beberapa bagian. Diantaranya adalah dimensi berdasarkan kecepatan pengendapan, dan dimensi berdasarkan kapasitas tampungan kantong lumpur.

Dalam perhitungan dimensi berdasarkan pengendapan terdapat perhitungan eksploitasi normal (i_n) dan pembilasan (i_s). Dimana perhitungan eksploitasi dan pembilasan tersebut berpengaruh pada perhitungan dimensi berdasarkan kapasitas tampungan.

2.2 Pengecekan Terhadap Berfungsinya Kantong Lumpur

Perhitungan utama pada pengecekan terhadap berfungsinya kantong lumpur adalah menghitung efisiensi kantong lumpur itu sendiri.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1. Analisa Kantong Lumpur

Diketahui :

ϕ Partikel = 0,07mm (asumsi, berdasarkan KP 02 hal 137)

Sedimen merupakan pecahan dari batuan atau material, mineral dan material organik yang didistribusikan dari berbagai sumber air darat

Direncanakan :

$$Q_n = 5,47 \text{ m}^3/\text{det}$$

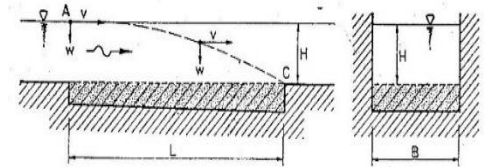
$$\text{Suhu} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Dengan grafik hub antara diameter butiran dengan kecepatan endap (KP-02 hal 143) didapat;

$$\text{misal F.B} = 0,7$$

$$w = 0,001 \text{ m/det}$$

3.1.1 Dimensi Kantong Lumpur Berdasarkan Kecepatan Pengendapan



Gambar 2. Dimensi kantong lumpur

Sumber: KP-03, 2013

Keterangan :

L = Panjang (m)

B = Lebar (m)

H = Kedalaman air (m)

w = Kecepatan partikel (m/det)

v = Kecepatan aliran (m/det)

Luas Rata-rata Permukaan

$H/w = L/v$, dengan $v = Q/H.B$

Menghasilkan :

$L.B = Q_n/w$

Syarat : $L / B > 8$

(agar aliran tidak meander di dalam kantong)

$L > 121,16 B$

$121,16 B.B = Q_n/w$

$B^2 = Q_n / (121,16 w)$

$B = (5,47 / (121,16 \cdot 0,001))^{0,5}$

$B_{min} = 6,27 \text{ m.}$

Dipakai $B = 6,90 \text{ m}$

$L_{min} = 836 \text{ m,}$

Dipakai $L = 840 \text{ m}$ (panjang kantong lumpur sesuai dengan DD)

Cek

$L / B \geq 8$

$$\frac{840}{6,90} \geq 8,00$$

$$121,74 \geq 8,00 \text{ (OK)}$$

- a. Penentuan i_n (eksploitasi normal, kantong sedimen hampir penuh)

$$A_n = Q_n / V_n$$

$$A_n = \frac{5,47}{0,40}$$

$$A_n = 13,68 \text{ m}^2$$

Untuk menghindari Vegetasi, digunakan $V_n \geq 0,3$

Luas Penampang normal

$$A_n = (0,5 \times ((B + 2 \cdot h_n) + B)) \times h_n$$

dengan asumsi kemiringan tanggul saluran 1 : 1, maka nilai Kedalaman air (h_n)

$$h_n = 1,608 \text{ m}, A_n = 13,68 \text{ m}^2$$

Keliling basah (P)

$$P = B + (2 \times h_n \times (1+m^2)^{0.5})$$

$$P = 6,90 + 4,55 \\ = 11,45 \text{ m}$$

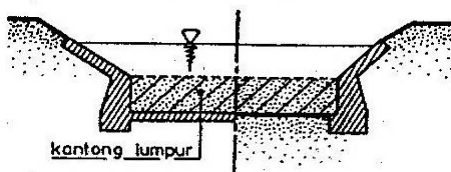
Jari-jari Hidrolis (R)

$$R = A_n / P$$

$$R = \frac{13,68}{11,45} \\ = 1,19 \text{ m}$$

i_n dapat ditentukan sebagai berikut

$$i_n = V_n^2 / (R^{2/3} \times K_n)^2 \\ i_n = 0,40^2 / (1,19^{2/3} \times 40)^2 \\ = 0,00007$$



Gambar 3. Kantong Lumpur dengan dinding vertikal tanpa perlindungan dasar

Sumber : KP-03, 2013

- b. Penentuan i_s (pembilasan, penentuan kantong lumpur kosong)

$$Q_p = 1,2Q_n$$

$$Q_p = 1,2 \times 5,47 \\ = 6,56 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$V_s = 2,00 \text{ m/det}$$

$$K_s = 40$$

$$A_s = Q_p / V_s \\ = \frac{6,56}{2,00} \\ = 3,28 \text{ m}^2$$

-Debit pembilasan diambil 20% lebih besar dari Q_{normal}

-Kecepatan rerata untuk pembilasan diandaikan ;

1,0 m/det untuk pasir halus

1,5 m/det untuk pasir kasar

2,0 m/det untuk kerikil dan pasir halus

Kedalaman air (h_s)

$$B = 6,90$$

$$h_s = A_s / B$$

$$= \frac{3,282}{6,90} \\ = 0,48 \text{ m}$$

Keliling basah (P_s)

$$P_s = B + (2h_s)$$

$$= 6,90 + (2 \times 0,48)$$

$$= 7,85 \text{ m}$$

Penentuan i_s

$$R = A_s / P$$

$$= 3,282 / 7,85$$

$$= 0,42 \text{ m}$$

$$I_s = V_s^2 / (R^{2/3} \times K_s)^2$$

$$I_s = 2,00^2 / (0,42^{2/3} \times 40)^2$$

$$= 0,008$$

Kecepatan aliran tetap sub kritis dengan $Fr < 1,00$ supaya pembilasan dapat dilakukan dengan baik,

$$Fr = v / (gh)^{0,5} \\ = 2 / (9,81 \cdot 0,48)^{0,5} \\ = 0,93 < 1,00 \text{ (OK)}$$

3.1.2 Dimensi Kantong Lumpur Berdasarkan Kapasitas Tampungan

- a. Volume kantong lumpur

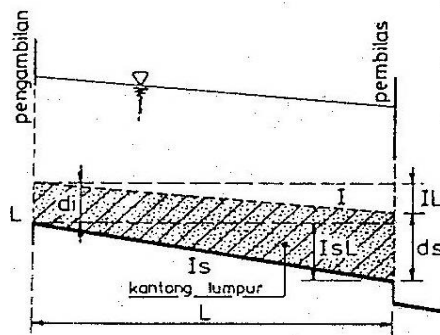
$$V = Q_n \cdot H_n / w \\ = 5,47 \cdot 1,61 / 0,0011 \\ = 7658 \text{ m}^3$$

- b. Menentukan Panjang Kantong Lumpur.

Kedalaman tampungan di ujung kantong lumpur (d_s) biasanya sekitar 1 m untuk debit $10\text{m}^3/\text{de}$

Didapatkan efisiensi : 88%

Untuk debit $Q_n = 5,47 \text{ m}^3$
didapatkan d_s ;
 $V = 0,5 \times (d_s + d_i) \times L \times B$
 $V = (0,5 \times L^2 \times I_s \times B) + L + d_i \times B$
Dengan :
 $d_i = 0,15 \text{ m}$
 $I_s = 0,008$
 $IL = 0,0663$
 $d_s = 6,8$
 $B = 6,9\text{m}$, dipakai $L = 840\text{m}$
Didapatkan :
 $V = 20340,42 \text{ m}^3$
Dipakai $L = 840$



Gambar 4. Alternatif dengan penurunan dasar pada pengambilan sedimen.

Sumber: KP-03,2013

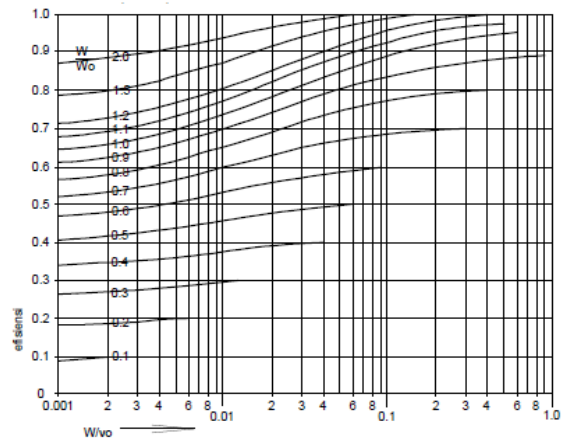
3.1.3 Pengecekan Terhadap Berfungsinya Kantong Lumpur

a. Efisiensi Pengendapan
Guna memeriksa efisiensi kantong lumpur, dapat menggunakan grafik pembuangan sedimen dari Camp.

Dengan :
 ϕ Partikel : 0,07 mm
 L_{awal} : 840 m
 V_0 : 0,400 m/det
 $h/w_0 = L/v_0 \rightarrow w_0 = (h.v_0)/L$
 w_0 : 0,001 m/det

$$\frac{w}{w_0} = \frac{0,0011}{0,0008} = 1,500$$

$$\frac{w}{v_0} = \frac{0,0011}{0,400} = 0,0029$$



Gambar 5. Grafik Efisiensi Pembuangan Sedimen Untuk Aliran Turbulensi, (Camp 1945)

Sumber : Analisa perhitungan pribadi

b. Efisiensi pembilasan

Gaya geser yang terbentuk terjadi pada permukaan pengendapan dan pada tingkat yang cukup untuk mempertahankan dalam suspensi untuk mempengaruhi efisiensi pembilasan. (Fadil, Hartati, 2021).

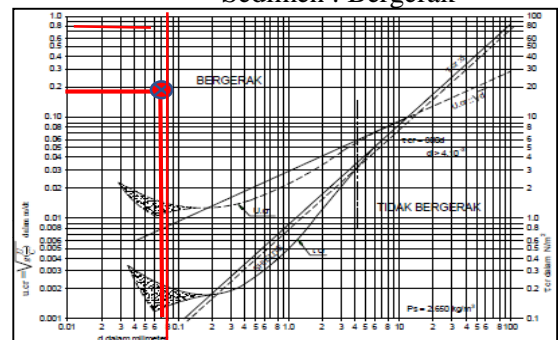
Pergerakan sedimen dapat diperiksa menggunakan grafik Shields dan kriteria suspensi dari Shinohara/Tsubaki.

$$v^* = (ghl)^{0,5}$$

$$v^* = 0,193 \text{ m/det}$$

$$d = 0,07 \text{ mm}$$

Sedimen : Bergerak



Gambar 6. Grafik Shields Pergerakan Sedimen (Shinohara/Tsubaki)

Sumber : Analisa perhitungan pribadi

c. Waktu Pembilasan

$$V = Q_s \cdot T$$

$$T = V / Q_s$$

$$T = 20340,42 / (5,47 \times 0,0005)$$

$$= 7.437.082 \text{ detik}$$

$$= 86 \text{ hari}$$

3. KESIMPULAN

Berdasarkan Analisis perhitungan Kantong Lumpur yang telah dilakukan, ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Revitalisasi Kantong Lumpur Bendung Kedung Putri dilakukan karena bangunan telah mengalami penurunan kinerja yang disebabkan oleh faktor usia.
2. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, nilai eksploitasi normal didapatkan hasil sebesar 0,000079.
3. Nilai Pembilasan didapatkan 0,008.
4. Volume kantong lumpur didapatkan sebesar 7658 m^3 , dengan panjang 840 m.
5. Kantong Lumpur dibilas 86 hari sekali agar tidak terjadi pengendapan di saluran.
6. Dari hasil analisa menunjukkan bahwa efisiensi kantong lumpur didapatkan sebesar 88%, dengan sedimen bergerak. Sehingga dengan demikian dapat disimpulkan bahwa Kantong Lumpur dapat berfungsi dengan baik setelah dilakukan Revitalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, Permana, "Pengaruh Interval Pembilasan Terhadap Dimensi Kantong Lumpur Bendung Copong Kabupaten Garut", Jurnal Konstruksi, Sekolah Tinggi Teknologi Garut, 2021.
- Budiman, Rizki. "Simulasi Transpor Sedimen Sungai Progo di Sekitar Intake kamijoro", Tugas Akhir.

- (Tidak Terbit). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta, 2018.
- Fadil, Hariati, dkk., "Perencanaan Dimensi Kantong Lumpur Pada Intake Daerah Irigasi Ciharewos", Jurnal Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, 2022.
- Hendro, Nurrochmad, dkk., "Evaluasi Kinerja Kantong Lumpur (Studi Kasus Bendung Pendowo dan Pijenan Bantul)". Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2017.
- Kementerian Pekerjaan Umum, Perencanaan Jaringan Irigasi KP-02, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Direktorat Irigasi dan Rawa, Jakarta, 2013.
- Kementerian Pekerjaan Umum, Perencanaan Jaringan Irigasi KP-03, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Direktorat Irigasi dan Rawa, Jakarta, 2013.
- Munandar, A., dan Terunajaya. "Analisis Laju Angkutan Sedimen Bagi Perhitungan Kantong Lumpur pada D.I Perkotaan Kabupaten Batubara", Tugas Akhir. Medan: Bidang Studi Teknik Sumber Daya Air Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara. 2014.
- Pipkin BW, *Laboratory Exercise in Oceanography*. San Fransisco : W.H. Freeman and Company, 1977
- Putra, Sulistiono, Evaluasi Kantong Lumpur Bendung Karangtalun, Universitas Islam Indonesia, 2019
- Ramdhan, F, "Evaluasi Pembangunan Bendung Pada Pekerjaan Kantong Lumpur Di Kabupaten Deli Serdang Dengan Metode Earned Value (Studi Kasus)", Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, 2021.
- Rahayu, Septia, Besperi, dkk. "Kajian Laju angkutan Sedimen Total Pada Kantong Lumpur Bendung Air Musi Kejalo, Bengkulu", Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNIB. vol. 10, no.1, 2018.
- Santoso, "Perencanaan Bendung Kajan Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah", Tugas Akhir, Universitas Semarang, 2021.
- Tanjung, Harahap, dkk. "Evaluasi Kapasitas Kantong Lumpur Pada

- Bendung Sei Padang Kota Tebing Tinggi Provinsi Sumatera Utara*”
Buletin Utama Teknik, Vol. 17, no. 1, 2021.
- Ulfiana, Wulandari, “*Analisis Aplikasi Kantong Lumpur pada Sungai Sebagai Upaya Pengendalian Sedimentasi Waduk*”, Media Komunikasi Teknik Sipil, Volume 26, No. 2, 229-236, Universitas Diponegoro, 2020.
- Wulandari, Tika Ermita. “*Perencanaan Kantong Lumpur Pada Proyek Pembangunan Bendung Sei Padang D.I Bajayu Kota Tebing Tinggi Sumatera Utara*”, Universitas Medan Area, 2018