

Tinjauan Perencanaan Pintu Pengambilan (*Intake*) Dan Kantong Lumpur Pada Bendung Paku Kabupaten Polewali Mandar

Jenrisari Datu Bakka^{*1}, Benyamin Tanan^{*2}, Herman Welem Tanje^{*3}

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia jenrisari@gmail.com

^{*2*}³ Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, nyamintanan2002@yahoo.com^{*2} dan hwtanje@ukipaulus.ac.id^{*3}

Corresponding Author: nyamintanan2002@yahoo.com

Abstrak

Terdapat masalah yang sering dialami pada bendung seperti masalah gangguan angkutan sedimen, gangguan penyadapan aliran, masalah tergerus hingga hancurnya bangunan. Pintu pengambilan pada Bendung Paku hanya mampu melayani 100 ha, jadi diperlukan perencanaan ulang pintu pengambilan untuk memenuhi kebutuhan areal irigasi seluas 466 ha. Untuk mengurangi sedimen yang masuk ke saluran irigasi direncanakan kantong lumpur. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung dimensi pada pintu pengambilan (*intake*) dan kantong lumpur. Spesifikasi yang digunakan pada penelitian ini ialah Standar Perencanaan Irigasi KP-01 dan KP-02. Dalam penelitian ini didapatkan hasil lebar bukaan pintu pengambilan (*intake*) sebesar 1,000 m dan tinggi 1,670 m. Untuk kantong lumpur dengan waktu pembilasan selama 7 hari mampu menampung sedimen sebanyak 254 m³ dengan dimensi lebar dasar 4,000 m, panjang 86 m, kedalaman aliran 0,700. Tampungan sedimen kedalaman 0,660 m dan kedalaman hilir 0,820 m.

Kata Kunci: Kantong Lumpur, Pintu Pengambilan, Sedimen

Abstract

There are problems that are often experienced in bends such as problems with sediment transport disorders, flow tapping disorders, problem of eroding until the destruction of building. The pick-up door at Bendung Paku is only able to serve 100 ha, so it takes re-planning the pick-up door to meet the needs of an irrigation area of 466 ha. To reduce the sediment that goes into the irrigation canals are planned mud bags. The study aimed to calculate the dimensions on intake doors and mud bags. The specifications used in this study are the KP-01 and KP-02 Irrigation Planning Standards. In this study, the results of wide openings of intake doors of 1,000 m and a height of 1,670 m. For mud bags with a rinsing time of 7 days can accommodate sediment as much as 254 m³ with a base width dimension of 4,000 m, length of 86 m, flow depth of 0.700. Sediment reservoir depth 0.660 m and downstream depth 0.820 m.

Keywords: *Mud Bag, Intake Door, Sediment*

PENDAHULUAN

Sistem irigasi merupakan upaya yang dilakukan oleh manusia untuk memperoleh penyediaan air irigasi dengan menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk mengairi lahan pertanian [1]. Dengan adanya penyediaan air irigasi maka dapat mendukung produktivitas lahan dalam rangka meningkatkan produksi pertanian khususnya pada ketersediaan pangan. Untuk menjamin terselenggaranya ketersediaan pangan

dibutuhkan penataan irigasi yang efektif dan tepat serta dapat memberikan keuntungan yang besar kepada masyarakat petani. Untuk mendukung keandalan air irigasi dapat dilaksanakan dengan membangun bangunan-bangunan air seperti bendung.

Masalah yang biasanya dialami bendung seperti masalah gangguan angkutan sedimen, gangguan penyadapan aliran, masalah tergerus sampai hancurnya bangunan. Pada saat ini jaringan irigasi pada Bendung Paku yang terletak di Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi barat tidak terpenuhi, bangunan pengambilan (*intake*) Bendung Paku yang dibangun pada tahun 1980an hanya mampu melayani 100 ha. Jadi diperlukan perencanaan pintu pengambilan (*intake*) yang mampu memenuhi kebutuhan areal irigasi seluas 466,840 ha. Bangunan pintu pengambilan (*intake*) yang merupakan bangunan untuk memasukkan air dari sungai/sumber air ke saluran irigasi. Dan untuk mengurangi sedimen yang masuk ke saluran irigasi diperlukan kantong lumpur. Kantong lumpur merupakan bangunan untuk mengendapkan dan menampung lumpur yang pada waktu tertentu dibilas.

Adapun hasil penelitian terdahulu yang sejenis antara lain Perencanaan Hidrolis Pintu Pada Bangunan Pengambilan Air (*Intake*). Dengan hasil penelitian berdasarkan pada kebutuhan diharapkan debit yang masuk ke *intake* sebesar $3,3 \text{ m}^3/\text{s}$, untuk mendapatkan nilai tersebut dibutuhkan pintu yang dapat mengatur kecepatan dan debit aliran masuk. Digunakan 3 buah pintu yang dapat mengalirkan debit sebesar $3,75 \text{ m}^3/\text{s}$ [2]. Analisis Laju Angkutan Sedimen Bagi Perhitungan Kantong Lumpur pada D.I Perkotaan Kabupaten Batubara. Dengan hasil penelitian didapatkan volume kantong lumpur sebesar 200 m^3 , dengan panjang kantong lumpur sebesar 54 m dan lebar sebesar 6,6 m, dan kedalaman kantong lumpur pada kondisi kosong sebesar 0,453 m [3]. Analisis Kebutuhan Air dan Bangunan Kantong Lumpur di Daerah Irigasi Paya Sordang Kabupaten Tapanuli Selatan. Hasil dari penelitian ini ialah didapatkan dimensi kantong lumpur dengan lebar $B = 10 \text{ m}$ dan panjang $L = 280 \text{ m}$ [4]. Perencanaan Bendung Untuk Daerah Irigasi Sulu. Pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dimensi bendung, pintu pengambilan dan pintu penguras. Hasil dari penelitian ini menggunakan 1 pintu *intake* dengan dimensi $(1,2 \text{ m} \times 1,0 \text{ m})$ yang berada pada sebelah kiri bendung [5]. Evaluasi Kapasitas Kantong Lumpur Pada Bendung Sei Padang Kota Tebing Tinggi Provinsi Sumatera Utara. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan ulang kantong lumpur pada bendung. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa waktu pembilasan dipercepat menjadi 4 hari agar efisien untuk volume $1382,4 \text{ m}^3$, dari debit yang mengalir pada kantong lumpur sebesar $8,08 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan pengendapan sedimen sebesar 92% [6]. Tinjauan Ulang Desain Bendung Pleret terhadap Pengambilan Air Irigasi Saluran Induk Progomanggis Magelang. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi kepada Dinas Pengairan agar memperbaiki kinerja pada saluran irigasi. Hasil dari penelitian ini saluran irigasi pada bendung masih dalam kondisi layak yang ditinjau berdasarkan segi konstruksi dan bentuk salurannya walaupun masih kurang efektif. Didapatkan kebutuhan air normal berdasarkan dimensi pintu sebesar $0,124 \text{ m}^3/\text{s}$ [7]. Studi Perencanaan Bangunan *Intake* Saluran Pembawa Air Baku Karian Barat. Bertujuan untuk merencanakan desain bangunan *intake* air baku dan bangunan sedimentasi. Hasil dari penelitian ini didapatkan 2 buah pintu dengan lebar *intake* sebesar 1,2 m dan tinggi sebesar 0,75 m [8]. Kaji Ulang Bendung Tetap Cipaas (Studi Kasus Desa Bunihara Kecamatan Anyer) Serang-Banten. Hasil dari penelitian dimensi bendung tetap aman dari hasil kaji ulang pada debit air pada kondisi normal maupun banjir. Dengan lebar pintu pengambilan kanan sebesar 0,5 m dan kiri 0,3 m [9]. Kajian Laju Angkutan Sedimen Total Pada Kantong Lumpur Bendung Air Musi Kejalo. Bertujuan untuk mengetahui laju sedimen pada kantong lumpur. Dengan hasil penelitian volume kantong lumpur sebesar 120 m^3 dengan panjang 61 m, lebar 4 m, dan kedalaman 1,3 m dengan waktu pembilasan selama 14 hari sekali [10]. Evaluasi Kantong Lumpur Di Bendung Karangtalun (Studi Kasus: Desa Karangtalun, Kecamatan Ngluwar, Magelang, Jawa Tengah). Penelitian ini untuk mengetahui kapasitas tampung kantong lumpur. Hasil dari penelitian kantong lumpur dapat menampung

sedimen sebesar $7192,48 \text{ m}^3$ dengan debit $456,59 \text{ m}^3/\text{hari}$ dengan lama tampung sedimen hingga 15,75 hari [11].

METODOLOGI

1. Lokasi Penelitian

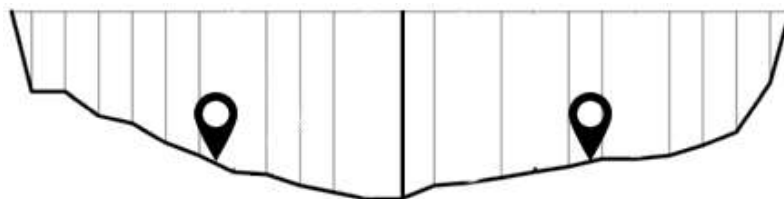
Lokasi penelitian ini berada di sungai Galang-Galang Desa Paku, Kecamatan Binuang, Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat.



Gambar 1. Lokasi penelitian

2. Pengukuran Hidrometri

Sedimen untuk pengambilan sampel sedimen dasar dilakukan pada 2 titik tiap 1 segmen melintang.



Gambar 2. Sketsa titik pengambilan sedimen

Pemeriksaan berat jenis di laboratorium dan dihitung dengan rumus (SNI 1964:2008):

$$Gs = \frac{W_2 - W_1}{((W_2 - W_1) + W_4) - W_3} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- G_s = berat jenis sedimen
- W₁ = berat piknometer kosong (gr)
- W₂ = berat piknometer dan sedimen kering (gr)
- W₃ = berat piknometer, sedimen dan air (gr)
- W₄ = berat piknometer dan air (gr)

3. Kebutuhan pengambilan

Untuk kebutuhan pengambilan tanaman padi dan palawija merupakan jumlah debit air yang dibutuhkan untuk 1 ha sawah, digunakan persamaan:

$$Q_n = \frac{A \times NFR}{e} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- Q_n = kebutuhan pengambilan (l/det/ha)
- NFR = kebutuhan air irigasi di sawah (l/det/ha)
- A = luas areal irigasi (ha)
- e = efisiensi irigasi, biasanya diambil sebesar 65%

4. Pintu Pengambilan

Pengambilan sebaiknya dibuat sedekat mungkin dengan pembilas dan as bendung direncanakan dengan menggunakan persamaan:

$$Q = \mu b a \sqrt{2gz} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

- Q = debit penyadapan (diambil 120% dari kebutuhan di jaringan irigasi)
- μ = koefisien debit (μ = 0,80)
- b = lebar pintu
- a = tinggi bukaan pintu
- g = percepatan gravitasi
- z = kehilangan energi (0,15 – 0,30 m)

5. Kantong Lumpur

Untuk menampung endapan sedimen, dasar bagian saluran tersebut diperdalam atau diperlebar. Untuk menghitung dimensi kantong lumpur digunakan rumus:

$$LB = \frac{Q}{w}$$

- w = kecepatan endap untuk partikel sedimen (m/det)
- L = panjang kantong lumpur(m)
- Q = debit saluran (m³/det)
- B = lebar kantong lumpur (m)

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Pengukuran Hidrometri

Berat Jenis Sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan di sungai Galang-Galang, kemudian dilaksanakan pengujian berat jenis sedimen berdasarkan SNI di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar. Hasil pengujian berat jenis sedimen yang didapatkan:

Tabel 1. Hasil Pengujian Berat Jenis Sedimen

Sampel	Berat Jenis
1	2,66
2	2,68
3	2,64
Rata-Rata	2,66

2. Kebutuhan Pengambilan

Berdasarkan tabel data NFR setengah bulanan didapatkan nilai maksimum sebesar 1,170 liter/det/ha pada bulan mei I.

Luas areal irigasi (A) = 466,840 ha

Kebutuhan air irigasi = 1,170 liter/det/ha

$$Q_n = \frac{A \times NFR}{e}$$

$$= \frac{466,840 \times 1,170}{0,65}$$

$$= 840,312 \text{ liter/det} = 0,840 \text{ m}^3/\text{det}$$

3. Perencanaan Pintu Pengambilan

Untuk melayani kebutuhan air dengan luas 466,840 ha direncanakan pintu pengambilan. Pintu pengambilan (*intake*) menggunakan sistem pengaliran *intake* langsung.

a. Debit penyadapan direncanakan diambil $120\% \times Q_n$

$$Q_p = 1,2 \times 0,840$$

$$= 1,008 \text{ m}^3/\text{det}$$

b. Kedalaman aliran di depan pintu

Tinggi mercu = 2,870 m

Berdasarkan KP 02, 2013:111 bahwa untuk mencegah terjadinya kehilangan air pada bendung karena gelombang, elevasi mercu bendung direncana 0,10 di atas elevasi pengambilan.

$$H = \text{Tinggi mercu} - 0,100$$

$$= 2,870 - 0,100$$

$$= 2,770 \text{ m}$$

c. Tinggi dasar pintu di atas lantai pembilas

Ambang direncana di atas dasar dengan ketentuan bila sungai mengangkut pasir dan kerikil maka p = 1,000 m (KP 02, 2013:111)

d. Kehilangan energi

Pada KP 02, 2013:111, nilai kehilangan energi berkisar antara 0,15-0,30 m, digunakan $z = 0,15$ m

e. Tinggi bukaan pintu

$$\begin{aligned} a &= H - p - z + n \\ &= 2,770 - 1,000 - 0,150 + 0,050 \\ &= 1,670 \text{ m} \end{aligned}$$

f. Lebar bukaan pintu yang diperlukan

$$\begin{aligned} b &= \frac{Q}{\mu a \sqrt{2gz}} \\ &= \frac{1,008}{0,800 \times 1,670 \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,15}} \\ b &= 0,440 \text{ m} \end{aligned}$$

g. Berdasarkan KP 08 halaman 11, untuk pintu sorong pada bangunan pengambilan, bentang 1,000 m sampai 1,200 m. Direncanakan menggunakan 1 bukaan dengan lebar pintu 1,000 m.

h. Kedalaman aliran di hilir pintu

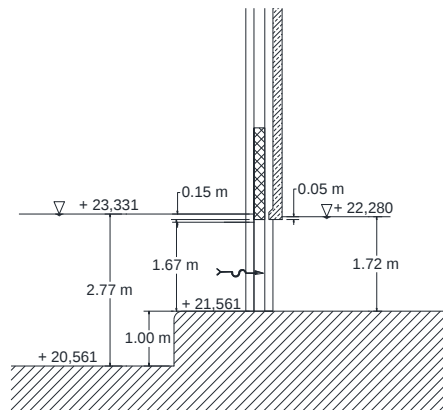
$$\begin{aligned} h &= a + n \\ &= 1,670 + 0,050 \\ &= 1,720 \text{ m} \end{aligned}$$

i. Kecepatan aliran pada pintu

$$\begin{aligned} v &= \frac{Q}{b \times a} \\ &= \frac{1,008}{1,00 \times 1,67} \\ &= 0,604 \text{ m/det} \end{aligned}$$

j. Diameter butiran sedimen yang dapat terangkut melalui pintu

$$\begin{aligned} d &= \left(\frac{v^2}{32h^{1/3}} \right)^{1,5} \\ &= \left(\frac{0,604^2}{32 \times 1,72^{1/3}} \right)^{1,5} \\ &= 0,00093 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 3. Pintu Pengambilan (*Intake*)

4. Perencanaan Kantong Lumpur

Kantong lumpur didesain untuk mencegah masuknya sedimen ke jaringan irigasi. Pada pengujian debit sedimen yang dilakukan di laboratorium mendapatkan nilai debit sedimen yang kecil, maka digunakan nilai-nilai yang tersedia pada KP 02 untuk merencanakan kantong lumpur.

a. Volume tampungan sedimen

$$\begin{aligned} V_s &= Q_s \times T \\ &= 0,00042 \times 7 \times (24 \times 60 \times 60) \\ &= 254,113 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b. Rencana bentuk kantong lumpur

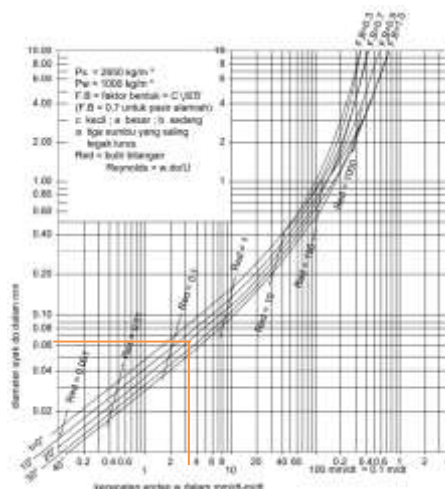
Dinding vertikal dengan dasar pengambilan diturunkan



Gambar 4. Potongan melintang dan potongan memanjang kantong lumpur menunjukkan metode pembuatan tampungan

c. Dimensi kantong lumpur

Kecepatan endap partikel dapat dibaca pada grafik kecepatan endap. Untuk di Indonesia digunakan suhu air sebesar 20°C dengan diameter butir 0,065 m, maka dari grafik didapatkan $w = 3,3 \text{ mm/det} = 0,0033 \text{ m/det}$.



Gambar 5. Hubungan antara diameter saringan dan kecepatan endap

Luas permukaan kantong lumpur yang diperlukan:

$$\begin{aligned} LB &= \frac{Q_n}{w} \\ &= \frac{0,840}{0,0033} \\ &= 254,640 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Syarat untuk dimensi kantong lumpur $L/B > 8$, atau $L > 8B$, maka $8B^2 < 254,640 \text{ m}^2$

Maka $B < (254,640 / 8)^{0,5} = 5,642 \text{ m}$

Diambil $B = 4,000 \text{ m}$

Panjang kantong lumpur minimum

$$\begin{aligned} L_{\min} &= \frac{LB}{B} \\ &= \frac{254,640}{4,000} \\ &= 64,000 \text{ m} \end{aligned}$$

Kedalaman aliran

Berdasarkan KP-02,2013:165, kecepatan aliran tidak boleh kurang dari 0,30 m/det untuk mencegah tumbuhnya vegetasi.

$$\begin{aligned} H &= \frac{Lw}{v} \\ &= \frac{64,000 \times 0,0033}{0,3} \\ &= 0,700 \text{ m} \end{aligned}$$

Luas penampang basah

$$\begin{aligned} A_n &= (B + mH) H \\ &= (4,00 + 1,00 \times 0,70) \times 0,70 \\ &= 3,312 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Keliling basah

$$\begin{aligned} P_n &= B + 2H \sqrt{1+m^2} \\ &= 4,00 + 2 \times 0,70 \sqrt{1+1,0^2} \\ &= 5,991 \text{ m} \end{aligned}$$

Jari-jari hidrolis

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{A_n}{P_n} \\ &= \frac{3,312}{5,991} \\ &= 0,553 \text{ m} \end{aligned}$$

Kemiringan dasar saluran

$$\begin{aligned} I_n &= \left(\frac{v}{k R_n^{2/3}} \right)^2 \\ &= \left(\frac{0,3}{60 \times 0,553^{2/3}} \right)^2 \\ &= 0,0001 \end{aligned}$$

Kontrol kecepatan akibat pembulatan I

$$\begin{aligned} v_n &= kR^{2/3}I^{0,5} \\ &= 60 \times 0,5532/3 \times 0,00010,5 \\ &= 0,404 \text{ m/det} \end{aligned}$$

Panjang kantong lumpur

$$\begin{aligned} L &= \frac{Hv_n}{w} \\ &= \frac{0,70 \times 0,404}{0,0033} \\ &= 86,000 \text{ m} \end{aligned}$$

Kedalaman rata-rata kantong lumpur

$$\begin{aligned} d &= \frac{V_s}{LB} \\ &= \frac{254,113}{86,000 \times 4,00} \\ &= 0,739 \text{ m} \end{aligned}$$

Luas Penampang aliran di hilir pembilas

Untuk material sedimen pasir halus digunakan $v_s = 1 \text{ m/det}$

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{Q_p}{v_s} \\ &= \frac{1,008}{1,00} \\ &= 1,008 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kedalaman aliran hilir pembilas

$$\begin{aligned} d &= \frac{A_s}{B} \\ &= \frac{1,008}{4,000} \\ &= 0,252 \text{ m} \end{aligned}$$

Keliling basah

$$\begin{aligned} P_s &= B + 2d \\ &= 4,000 + 2 \times 0,252 \\ &= 4,504 \text{ m} \end{aligned}$$

Jari-jari hidrolis

$$\begin{aligned} R_s &= \frac{A_s}{P_s} \\ &= \frac{1,008}{4,504} \\ &= 0,224 \text{ m} \end{aligned}$$

Kemiringan dasar pembilas

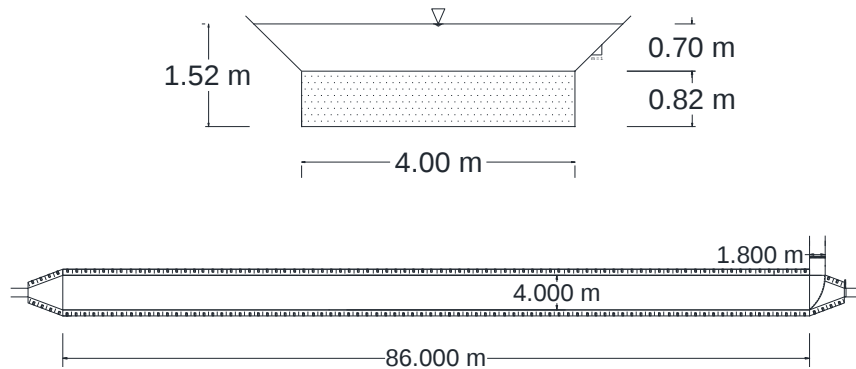
$$\begin{aligned} I_s &= \left(\frac{v_s}{kR_s^{2/3}} \right)^2 \\ &= \left(\frac{1,00}{60 \times 0,224^{2/3}} \right)^2 \\ &= 0,002 \end{aligned}$$

Penurunan dasar hilir pembilas

$$\begin{aligned} ds &= (Is - In) \times L \\ &= (0,002 - 0,0001) \times 86,000 \\ &= 0,170 \text{ m} \end{aligned}$$

Kedalaman kantong lumpur

$$\begin{aligned} d1 &= \frac{2d - ds}{2} \\ &= \frac{2 \times 0,739 - 0,170}{2} \\ &= 0,660 \text{ m} \\ d2 &= d1 + ds \\ &= 0,660 + 0,170 \\ &= 0,820 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 6. Kantong Lumpur

5. Pintu Pembilas

Untuk perencanaan pintu pembilas, penampang pada pintu pembilas kantong lumpur sebaiknya ditambah dengan cara menurunkan dasar kantong lumpur. Direncanakan menggunakan 1 bukaan dengan lebar pintu 1,800 m.

Menghitung tinggi air di pintu pembilas kantong lumpur

$$\begin{aligned} B \times ds &= n \times bp \times hp \\ 4,000 \times 0,820 &= 1 \times 1,800 \times hp \\ 3,280 &= 1,800 \times hp \\ hp &= 1,830 \text{ m} \end{aligned}$$

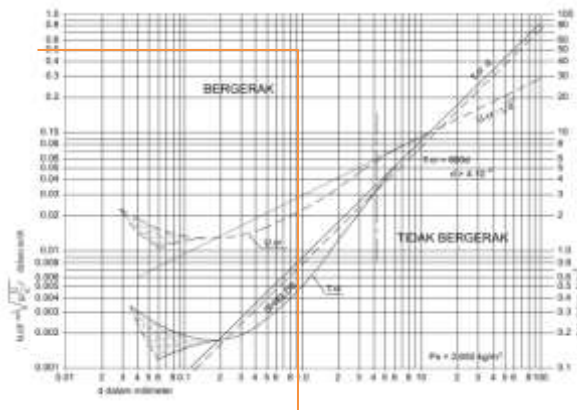
Penurunan dasar pada kantong lumpur di tempat pembilas

$$\begin{aligned} dt &= hp - d2 \\ &= 1,830 - 0,820 \\ &= 1,010 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi pintu pembilas diturunkan = $dt - ds$

$$\begin{aligned} &= 1,010 - 0,820 \\ &= 0,190 \text{ m} \approx 0,200 \text{ m} \end{aligned}$$

Kecepatan aliran pada hilir kantong lumpur 0,681 m/det dan diameter butir sedimen yang dibilas 0,927 mm.



Gambar 7. Grafik tegangan kritis dan kecepatan kritis

Berdasarkan gambar 7 dengan kecepatan aliran 0,681 m/det dapat membilas sedimen tersebut. Berdasarkan KP 02, 2013:170 bahwa besarnya kecepatan hendaknya selalu dibawah kecepatan kritis, karena kecepatan super kritis akan mengurangi efektivitas proses pembilasan. Jadi kecepatan aliran harus dijaga agar tetap sub kritis dimana aliran sub kritis mempunyai $Fr < 1$.

$$\begin{aligned}
 Fr &= \frac{v_s}{\sqrt{gh}} \\
 &= \frac{0,681}{\sqrt{9,81 \times 0,820}} \\
 &= 0,240 < 1
 \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Perencanaan *intake* dengan lebar bukaan 1,000 m dan tinggi 1,670 m dapat memenuhi kebutuhan air irigasi dengan luas areal irigasi sebesar 466 ha. Untuk perencanaan kantong lumpur dengan waktu pembilasan selama 7 hari mampu menampung sedimen sebanyak 254,113 m³ dengan dimensi lebar dasar 4,000 m, panjang 86,000 m, dan kedalaman aliran 0,700 m. Untuk tampungan sedimen kedalaman hulu 0,660 m, dan kedalaman hilir 0,820 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jendral Sumber Daya Air, *Perencanaan Jaringan Irigasi*, M.Eng DR. Ir. Robert J. Kodoatie, Ed. Jakarta, Indonesia: Kementerian Pekerjaan Umum, 2013.
- [2] B. Silitonga and Hendry, "Perencanaan Hidrolis Pintu Pada Bangunan Pengambilan Air (Intake)," *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 73-77, Agustus 2018.
- [3] A. Munandar, "Analisis Laju Angkutan Sedimen Bagi Perhitungan Kantong Lumpur Pada D.I. Perkotaan Kabupaten Batubara," *Jurnal Teknik Sipil Usu*, vol. 3, no. 3, pp. 1-10, 2014.
- [4] W. Wulandari, "Analisis Kebutuhan Air Dan Bangunan Kantong Lumpur Di Daerah Irigasi Paya Sordang Kabupaten Tapanuli Selatan," *Jurnal Teknik Sipil USU*, vol. 2, no. 2, pp. 1-9, 2013.
- [5] V. R Mangore, "Perencanaan Bendung Untuk Daerah Irigasi Sulu," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 1, no. 7, pp. 533-541, Juni 2013.
- [6] D. Tanjung and R. Tanjung, "Evaluasi Kapasitas Kantong Lumpur Pada Bendung Sei Padang Kota Tebing Tinggi Provinsi Sumatera Utara," *Buletin Utama Teknik*, vol. 17, no. 1, pp. 7-13, September 2021.

- [7] S. Sudarno, "Tinjauan Ulang Desain Bendung Pleret Terhadap Pengambilan Air Irigasi Saluran Induk Progomanggis Magelang," *Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, vol. 26, no. 2, pp. 157-168, Agustus 2019.
- [8] M. A. Setyaninditha and T. Kadri, "Studi Perencanaan Bangunan Intake Saluran Pembawa Air Baku Karian Barat," *Prosiding Seminar Intelektual Media*, pp. 52-57, Februari 2021.
- [9] R. Wigati and Soedarsono, "Kaji Ulang Bendung Tetap Cipaas (Studi Kasus Desa Bunihara Kecamatan Anyer) Serang-Banten," *Jurnal Fondasi*, vol. 5, no. 2, pp. 62-73, 2016.
- [10] A. S. Rahayu and Besperi, "Kajian Laju Angkutan Sedimen Total Pada Kantong Lumpur Bendung Air Musi Kejalo," *Jurnal Inersia*, vol. 10, no. 1, pp. 1-14, April 2018.
- [11] I. F. G. Putra, "Evaluasi Kantong Lumpur Di Bendung Karangtalun (Studi Kasus: Desa Karangtulun, Kecamatan Ngluwar, Magelang, Jawa Tengah)," *Teknisia*, vol. XXIV, no. 2, pp. 1-9, November 2019.