

ANALISIS DAN STRATEGI PEMELIHARAAN KANTONG LUMPUR PADA JARINGAN IRIGASI BENDUNG PAMARAYAN BERDASARKAN POLA AKUMULASI SEDIMEN

Eka Apriliasi^{1*}, Christian Dwi Putra Widjaya², Debby Syafriyandi³

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Indonesia

^{2,3}Program Studi Rekayasa Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Esa Unggul

Jl. Puspitek, Setu, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten 15314

E-mail: apriliasi064@gmail.com^{1*}, christian.dwi@esaunggul.ac.id², debby.syafriyandi@esaunggul.ac.id³

(*) Penulis Korespondensi

(Artikel dikirim: 31 Oktober 2025, Direvisi: 17 November 2025, Diterima: 3 Desember 2025)

DOI: <http://dx.doi.org/10.30742/axial.v13i3.4979>

ABSTRAK: Sistem irigasi yang andal sangat bergantung pada kemampuan jaringan untuk mendistribusikan air secara efisien dan berkelanjutan. Salah satu permasalahan utama yang dapat mengganggu fungsi jaringan irigasi adalah akumulasi sedimen yang tinggi, terutama di kantong lumpur. Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan strategi pemeliharaan kantong lumpur pada jaringan irigasi Bendung Pamarayan berdasarkan pola akumulasi sedimen yang terjadi. Metode yang digunakan meliputi survei lapangan, pengambilan sampel sedimen, analisis laboratorium, serta perhitungan volume dan laju akumulasi sedimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata akumulasi sedimen di beberapa lokasi mencapai 2.000–3.000 m³ per tahun. Strategi pemeliharaan yang efektif adalah dengan melakukan pembersihan minimal dua kali dalam setahun, yaitu sebelum dan sesudah musim hujan. Rencana pemeliharaan disusun berdasarkan efisiensi operasional, aksesibilitas lokasi, dan kebutuhan kontinuitas suplai air irigasi. Penerapan strategi ini diharapkan dapat menjaga keberlanjutan fungsi irigasi dan meningkatkan produktivitas pertanian.

KATA KUNCI : *Bendung Pamarayan, kantong lumpur, pemeliharaan irigasi, sedimentasi, strategi pengelolaan*

1. PENDAHULUAN

Bendung merupakan salah satu infrastruktur utama dalam sistem pengelolaan sumber daya air yang berfungsi mengatur, menahan, dan mendistribusikan aliran air secara terkendali untuk berbagai kebutuhan seperti irigasi, pengendalian banjir, dan penyediaan air baku (Kodoatje & Sjarief, 2006). Efektivitas sistem irigasi sangat bergantung pada kemampuan jaringan untuk menyalurkan air sesuai kebutuhan pertanian dengan efisien dan berkelanjutan (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2017). Salah satu permasalahan klasik yang sering mengganggu kinerja jaringan irigasi adalah sedimentasi, yaitu pengendapan material tanah atau pasir yang terbawa aliran air di saluran maupun bangunan penunjang seperti kantong lumpur (Triatmodjo, 2008).

Fenomena sedimentasi dalam sistem irigasi telah banyak diteliti oleh beberapa peneliti terdahulu. Marsono & Yusuf, (2015) menunjukkan bahwa sedimentasi yang tidak terkontrol dapat menurunkan kapasitas penampang saluran hingga 30% dalam dua tahun operasional. Gunawan, (2018) menegaskan bahwa kegiatan

pemeliharaan saluran irigasi seringkali tidak terjadwal dengan baik, sehingga sedimentasi menumpuk dan menyebabkan penurunan efisiensi distribusi air. Rismanto, (2020) mengamati bahwa peningkatan beban sedimen di hulu daerah aliran sungai (DAS) dapat meningkatkan volume endapan di kantong lumpur lebih dari dua kali lipat dalam lima tahun. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa permasalahan sedimentasi telah lama diketahui, namun pola akumulasinya di setiap wilayah memiliki karakteristik berbeda tergantung pada kondisi vegetasi, topografi, serta debit aliran.

Dalam konteks Bendung Pamarayan di Kabupaten Serang, Banten, fenomena sedimentasi menjadi isu penting karena bendung ini berfungsi mengairi lebih dari 24.000 hektar lahan pertanian (Purnama, 2023). Berdasarkan hasil evaluasi Balai Besar Wilayah Sungai Cidanau–Ciuung–Cidurian (BBWS C3), volume sedimen yang terakumulasi di kantong lumpur Bendung Pamarayan meningkat signifikan terutama setelah musim hujan.



ANALISIS DAN STRATEGI PEMELIHARAAN KANTONG LUMPUR PADA JARINGAN IRIGASI BENDUNG PAMARAYAN BERDASARKAN POLA AKUMULASI SEDIMEN

(Eka Apriliasi, Christian Dwi Putra Widjaya, Debby Syafriyandi)

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa upaya pemeliharaan selama ini belum sepenuhnya mempertimbangkan pola akumulasi sedimen dan karakteristik hidrologi wilayah setempat.

Beberapa penelitian sebelumnya (Hidayat, 2021) berfokus pada manajemen pemeliharaan irigasi berbasis partisipatif atau operasional umum, tetapi belum secara spesifik mengembangkan strategi pemeliharaan yang didasarkan pada pola akumulasi sedimen aktual dari hasil analisis kuantitatif di lapangan. Di sisi lain, penelitian oleh Sulaiman & Rachman, (2014) menekankan pentingnya pengelolaan sedimentasi berbasis data empiris, namun belum mengintegrasikan variabel hidrologi seperti curah hujan rencana dan debit aktual dalam menentukan frekuensi pengurasan kantong lumpur.

Dari kondisi tersebut dapat diidentifikasi analisis *gap* sebagai berikut:

1. Sebagian besar penelitian sebelumnya masih menyoroti aspek operasional dan desain tanpa memperhatikan dinamika sedimentasi tahunan dan variasi vegetasi penutup lahan.
2. Belum terdapat penelitian spesifik di Bendung Pamarayan yang menyusun strategi pemeliharaan *preventif* berdasarkan perhitungan laju akumulasi sedimen kuantitatif.
3. Masih terbatas penelitian yang memadukan hasil analisis laboratorium sedimen dengan simulasi hidrologi untuk menentukan interval pengurasan yang optimal.

Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini hadir untuk memberikan kontribusi kebaruan (*novelty*) berupa pendekatan strategis dalam perencanaan pemeliharaan kantong lumpur dengan mempertimbangkan pola akumulasi sedimen aktual yang dihitung menggunakan metode empiris (Einstein dan Yang's). Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan acuan yang lebih presisi bagi pengelola irigasi dalam menentukan waktu dan frekuensi pengurasan, sehingga efisiensi sistem irigasi dapat ditingkatkan secara berkelanjutan.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan strategi pemeliharaan kantong lumpur pada jaringan irigasi Bendung Pamarayan berdasarkan pola akumulasi sedimen yang diperoleh dari hasil analisis hidrologi dan karakteristik sedimen di lapangan. Hasil penelitian diharapkan tidak hanya memperkuat aspek teknis pengelolaan irigasi, tetapi juga memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan konsep pemeliharaan berbasis data kuantitatif (*data-driven maintenance*) dalam bidang teknik sumber daya air.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada kantong lumpur bagian barat Bendung Pamarayan, yang berlokasi di Kecamatan Pamarayan, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Lokasi ini dipilih karena merupakan jalur utama distribusi air irigasi dan memiliki karakteristik sedimentasi yang tinggi.

Waktu pelaksanaan penelitian disesuaikan dengan periode ketersediaan data dan musim tanam, dengan pengumpulan data lapangan dan laboratorium dilakukan dalam rentang Mei – Juli 2024.

2.2. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif, yang bertujuan untuk mengidentifikasi, menghitung, dan menganalisis laju sedimentasi serta strategi pemeliharaan optimal berdasarkan data eksisting dan hasil analisis akumulasi sedimen. Metode ini dipilih karena mampu menjelaskan fenomena secara objektif dan sistematis berdasarkan data primer dan sekunder yang dikumpulkan.

2.3. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan adalah data Primer dan Data Sekunder dimana:

1. Data Primer: data hasil pengambilan sampel sedimen di 3 titik berbeda sepanjang kantong lumpur dan hasil uji laboratorium untuk menentukan distribusi ukuran butiran sedimen (D35, D50, D65, D90), berat jenis, dan bentuk butiran.
2. Data Sekunder : data curah hujan 10 tahun terakhir dari BMKG dan BBWS C3, data teknis saluran (panjang, lebar, kedalaman,

kemiringan dasar saluran) dan data historis volume sedimen dan frekuensi pembilasan.

2.4. Tahapan Penelitian

Untuk memperoleh hasil yang sistematis, penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan utama mulai dari pengumpulan data hingga penyusunan strategi pemeliharaan. Tahapan pelaksanaan penelitian secara lengkap dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Tahapan pelaksanaan penelitian

| Tahapan | Uraian |
|----------------------------------|---|
| Survei dan pengumpulan data | Pengambilan data hujan, geometri saluran, dan pengambilan sampel sedimen. |
| Studi literatur | Meninjau referensi standar teknis, metode sedimentasi, dan strategi pemeliharaan. |
| Uji laboratorium | Uji karakteristik sedimen: analisis saringan, berat jenis, dan bentuk butiran |
| Analisis debit dan hujan | Perhitungan curah hujan rencana, debit aliran, dan intensitas hujan. |
| Analisis sedimentasi | Menggunakan metode Einstein dan Yang's untuk menghitung angkutan sedimen. |
| Evaluasi akumulasi sedimen | Menghitung volume akumulasi harian/bulanan dan membandingkan dengan kapasitas kantong lumpur. |
| Penyusunan strategi pemeliharaan | Menentukan interval pengurasan dan metode pemeliharaan optimal berdasarkan pola akumulasi. |
| Penyimpulan dan rekomendasi | Merumuskan hasil akhir dan strategi pemeliharaan jangka panjang. |

2.5. Metode Perhitungan

2.5.1. Analisis Curah Hujan dan Debit

Untuk perhitungan analisis Distribusi curah hujan menggunakan Metode Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson III. Untuk perhitungan Intensitas hujan menggunakan

Metode Mononobe dan perhitungan debit aliran menggunakan Metode Rasional dengan rumus

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (1)$$

Dimana: Q = Debit aliran ($m^3/detik$), C = Koefisien aliran, I = Intensitas hujan (mm/jam), A = Luas DAS (km^2)

2.5.2. Perhitungan Angkutan Sedimen

2.5.2.1. Metode Einstein (1950)

Menggunakan pendekatan kecepatan geser dan ukuran butiran untuk menghitung laju sedimen melayang.

2.5.2.2. Metode Yang (1973)

Rumus empiris berdasarkan debit, kemiringan, dan ukuran butiran:

$$Q_s = a \times Q^b \times D^c \times S^d \quad (2)$$

Dimana: Q_s = Angkutan sedimen (kg/s), Q = Debit (m^3/s), D = Ukuran butir (mm), S = Kemiringan dasar saluran, a,b,c,d = konstanta empiris

2.5.3. Estimasi Akumulasi dan Interval Pemeliharaan

Volume akumulasi harian:

$$V_{\text{sedimen}} = Q_s \times 86400 \text{ (m}^3/\text{hari}) \quad (3)$$

Estimasi waktu tampungan maksimum

$$t_{\max} = V_{\text{sedimen}} / V_{\text{kapasitas}} \quad (4)$$

Dimana: t_{\max} = Hari maksimal tampungan, $V_{\text{kapasitas}}$ = Volume kantong lumpur, V_{sedimen} = Akumulasi harian

Hasil dari perhitungan ini digunakan untuk menentukan frekuensi pembilasan dan menyusun jadwal pemeliharaan preventif dan korektif.

3. HASIL PENELITIAN

3.1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan dengan menggunakan data curah hujan selama 10 tahun terakhir untuk menentukan hujan rencana dan intensitasnya berdasarkan beberapa periode ulang. Rekapitulasi hasil analisis curah hujan rencana disajikan pada **Tabel 2**.

ANALISIS DAN STRATEGI PEMELIHARAAN KANTONG LUMPUR PADA JARINGAN IRIGASI BENDUNG PAMARAYAN BERDASARKAN POLA AKUMULASI SEDIMEN

(Eka Apriliasi, Christian Dwi Putra Widjaya, Debby Syafriyandi)

Tabel 2. Rekap Tabel Hasil Curah Hujan Rencana

| Periode Ulang (Tahun) | Hujan Rencana (mm) | Intensitas (mm/jam) |
|-----------------------|--------------------|---------------------|
| 2 | 103,2 | 45,1 |
| 5 | 145,7 | 58,9 |
| 10 | 168,3 | 65,2 |
| 20 | 184,1 | 70,3 |

(Sumber: Hasil Analisa, 2025)

Dengan: Luas daerah tangkapan (A): 5.813,83 ha, Intensitas hujan (I): 129,874 mm/jam, Koefisien limpasan (C): 0,50. Maka nilai Debit rencana yang didapat dengan metode rasional berdasarkan hasil perhitungan adalah **1.048,54 m³/detik**.

3.2. Karakteristik Sedimen

3.2.1. Distribusi Ukuran Butir Sedimen

Sedimentasi dalam perencanaan dimaksudkan untuk memperoleh angka sedimentasi dalam satuan m³/tahun. Guna memberikan perkiraan yang lebih pasti untuk penentuan ruang sedimen dan untuk memperkirakan umur rencana (Janatha & Soebagio, 2021). Sedimen diklasifikasikan berdasarkan distribusi ukuran butir, biasanya diperoleh dari hasil pengayakan (sieve analysis) atau analisa hidrometri (Nugroho, 2016). Dalam dokumen, ukuran butir sedimen dianalisis menggunakan diagram distribusi kumulatif dan nilai D₅₀ (median diameter partikel). Data distribusi sedimen dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Data Distribusi Sedimen

| Ukuran (mm) | % Kumulatif Lulos |
|-------------|-------------------|
| 4.75 | 100% |
| 2.00 | 97.64% |
| 1.00 | 87.27% |
| 0.50 | 71.57% |
| 0.25 | 52.13% |
| 0.125 | 35.49% |
| 0.063 | 18.33% |
| < 0.063 | 0% |

(Sumber: Hasil Analisa, 2025)

Dari **Tabel 3**, D₅₀ dapat diestimasi berada di sekitar 0.3 mm.

3.3. Estimasi Angkutan Sedimen

3.3.1. Metode Einstein

Salah satu metode yang digunakan untuk menghitung laju angkutan sedimen adalah metode Einstein (1950), yang

mempertimbangkan parameter kecepatan geser dasar dan ukuran butiran sedimen. Hasil perhitungan total angkutan sedimen dengan metode ini dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Angkutan Sedimen dengan hasil Metode Einstein

| Stasiun | Total Angkutan Sedimen (ton/hari) |
|---------|-----------------------------------|
| S.1 | 97.182 |
| S.2 | 110.534 |
| S.3 | 121.647 |
| S.4 | 143.982 |

(Sumber: Hasil Analisa, 2025)

3.3.2. Metode Yang's

Metode Yang's adalah formula empiris yang lebih cocok untuk sedimen halus (diameter < 1 mm) dan arus dominan transportasi suspensi. Dengan persamaan:

$$C = \frac{q_s}{\omega_s} = \alpha \cdot \left(\frac{V}{\omega_s}\right) \cdot \left(\frac{\tau}{\tau_c}\right)^c \quad (5)$$

Dimana: q_s = laju sedimen, ω_s = kecepatan jatuh partikel, V = kecepatan aliran, τ, τ_c = tegangan dasar dan kritis

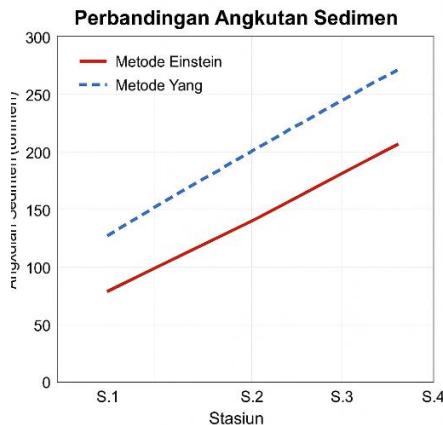
Selain metode Einstein, digunakan pula metode empiris Yang (1973) yang lebih sesuai untuk kondisi sedimen halus dengan dominasi transportasi suspensi. Perbandingan hasil perhitungan total angkutan sedimen berdasarkan metode Yang's disajikan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil Angkutan Sedimen dengan hasil Metode Yang's

| Stasiun | Total Angkutan Sedimen (ton/hari) |
|---------|-----------------------------------|
| S.1 | 180.463 |
| S.2 | 240.135 |
| S.3 | 263.157 |
| S.4 | 288.039 |

(Sumber: Hasil Analisa, 2025)

Untuk memperjelas perbedaan estimasi laju angkutan sedimen antara metode Einstein dan Yang's, dibuat grafik perbandingan hasil perhitungan seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**. Grafik ini menggambarkan kecenderungan metode Yang menghasilkan nilai angkutan sedimen yang lebih tinggi dibanding metode Einstein.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Akuitan Sedimen Metode Einstein dan Metode Yang's
(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa:

- a. Metode Einstein lebih konservatif dan sering digunakan untuk sedimen kasar dan kombinasi transportasi dasar & suspensi.
- b. Metode Yang lebih agresif (estimasi lebih tinggi), cocok untuk sedimen halus, terutama dominasi suspensi.
- c. Di lokasi Bendungan Pamarayan, yang memiliki dominasi sedimen halus ($D_{50} \sim 0.3$ mm), metode Yang lebih representatif terhadap kondisi lapangan.

3.4. Evaluasi Akumulasi Sedimen dan Interval Pemeliharaan

Menggunakan hasil laju sedimen dari metode yang lebih konservatif (Einstein), dilakukan estimasi waktu akumulasi hingga kapasitas penuh, sebagai berikut:

3.4.1. Perhitungan Akumulasi Sedimen Data Dasar

Luas daerah tangkapan: $32,4 \text{ ha} = 324.000 \text{ m}^2$
Beban sedimen dari hasil simulasi (menggunakan metode MUSLE): berkisar antara 92,3 ton/tahun hingga 330,9 ton/tahun tergantung kondisi penutup lahan (tertera pada grafik perbandingan estimasi angkutan sedimen tahunan).

Volume kantong lumpur: $396,76 \text{ m}^3$

Konversi Beban Sedimen ke Volume

Untuk mengonversi berat sedimen (ton) ke volume (m^3), digunakan massa jenis sedimen. Umumnya, massa jenis sedimen basah berkisar $1,3 - 1,6 \text{ ton/m}^3$. Kita ambil rata-rata konservatif: $1,4 \text{ ton/m}^3$.

Misalnya:

Beban Sedimen Tahunan (rata-rata vegetasi minim): 330,9 ton/tahun

Volume sedimen per tahun = $330,9 \text{ ton} / 1,4 \text{ ton/m}^3 \approx 236,36 \text{ m}^3/\text{tahun}$

Beban Sedimen Tahunan (rata-rata vegetasi baik): 92,3 ton/tahun.

Volume sedimen per tahun = $92,3 \text{ ton} / 1,4 \text{ ton/m}^3 \approx 65,93 \text{ m}^3/\text{tahun}$.

3.4.2. Evaluasi Waktu Akumulasi (Umur Layanan Kantong Lumpur)

Dengan vegetasi buruk (sedimentasi tinggi):
Kapasitas penuh tercapai dalam: $396,76 \text{ m}^3 / 236,36 \text{ m}^3/\text{tahun} \approx 1,68 \text{ tahun}$
Dengan vegetasi baik (sedimentasi rendah):
Kapasitas penuh tercapai dalam: $396,76 \text{ m}^3 / 65,93 \text{ m}^3/\text{tahun} \approx 6,02 \text{ tahun}$.

3.4.3. Penentuan Interval Pemeliharaan (Pengurasan)

Demi menjaga efektivitas fungsi kantong lumpur, disarankan dilakukan pengurasan sebelum kapasitas penuh tercapai. Umumnya pemeliharaan dilakukan saat volume terisi 60–70% untuk menghindari limpasan sedimen.

Interval pemeliharaan optimal:

- a. Vegetasi buruk: Setiap 1 tahun
- b. Vegetasi baik: Setiap 3–4 tahun

3.4.4. Estimasi Waktu Kantong Lumpur Penuh (Skala 47.000 m^3)

Berdasarkan data Tabel 6 Jadwal Strategi Pemeliharaan Kantong Lumpur Bendungan Pamarayan yang telah diskalakan:

- Vegetasi Baik: penuh dalam waktu sekitar 60 bulan (5 tahun)
- Vegetasi Sedang: penuh dalam waktu sekitar 36 bulan (3 tahun)
- Vegetasi Buruk: penuh dalam waktu sekitar 24 bulan (2 tahun)

3.4.5. Frekuensi Pengurasan (dengan debit $1.048,54 \text{ m}^3/\text{detik}$)

Untuk menguras kantong lumpur dengan kapasitas 47.000 m^3 :

- Waktu yang dibutuhkan = $47.000 / 1.048,54 \approx 44,82 \text{ detik}$
- Ini berarti secara teknis kantong lumpur bisa dikuras dalam kurang dari 1 menit, jika debit penuh digunakan khusus untuk pengurasan (ideal).

3.5. Analisis dan Rekomendasi

- a. Dalam kondisi tanpa perlindungan vegetasi atau minim konservasi, kantong lumpur sangat cepat terisi (hanya dalam waktu kurang dari 2 tahun).
- b. Perlindungan lahan dan konservasi sangat berpengaruh terhadap beban sedimen. Vegetasi baik bisa memperpanjang masa layanan kantong lumpur hingga 3–4 kali lipat.
- c. Untuk jangka panjang, kombinasi antara pemeliharaan rutin.

ANALISIS DAN STRATEGI PEMELIHARAAN KANTONG LUMPUR PADA JARINGAN IRIGASI BENDUNG PAMARAYAN BERDASARKAN POLA AKUMULASI SEDIMEN
(Eka Apriliasi, Christian Dwi Putra Widjaya, Debby Syafriyandi)

Berdasarkan hasil analisis laju akumulasi sedimen dan kapasitas tampungan kantong lumpur, disusun jadwal strategi pemeliharaan yang memperhitungkan kondisi penutup lahan

dan volume akumulasi tahunan. Rangkuman strategi pemeliharaan tersebut ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Jadwal Strategi Pemeliharaan Kantong Lumpur Bendungan Pamarayan

| Kondisi Penutup Lahan | Beban Sedimen (ton/tahun) | Volume Akumulasi (m ³ /tahun) | Kapasitas Kantong Lumpur (m ³) | Interval Pemeliharaan (tahun) | Frekuensi Pemeliharaan |
|------------------------|---------------------------|--|--|-------------------------------|------------------------|
| Vegetasi Baik | 92,3 | 65,93 | 396,76 | 6,02 | Setiap 3–4 tahun |
| Vegetasi Sedang | ~200 | ~142,86 | 396,76 | ~2,78 | Setiap 1,5–2 tahun |
| Vegetasi Buruk (minim) | 330,9 | 236,36 | 396,76 | 1,68 | Setiap 1 tahun (rutin) |

(Sumber: Hasil Analisa, 2025)

Dimana, dalam strategis pemeliharaan yang digunakan adalah dengan batas 60–70% kapasitas sebagai indikator awal waktu pengurasan. Pemeliharaan lebih sering diperlukan jika terjadi musim hujan ekstrem atau kerusakan vegetasi. Serta, disarankan membuat log pemantauan volume sedimen 1–2 kali per tahun sebagai dasar evaluasi aktual.

Untuk mempermudah pelaksanaan pemantauan lapangan, dibuat simulasi akumulasi sedimen bulanan berdasarkan kondisi vegetasi yang berbeda. **Tabel 7** menunjukkan estimasi volume akumulasi dan waktu yang direkomendasikan untuk pelaksanaan pemeliharaan.

Tabel 7. Jadwal Akumulasi dan Pemeliharaan Kantong Lumpur per Bulan Bendungan Pamarayan

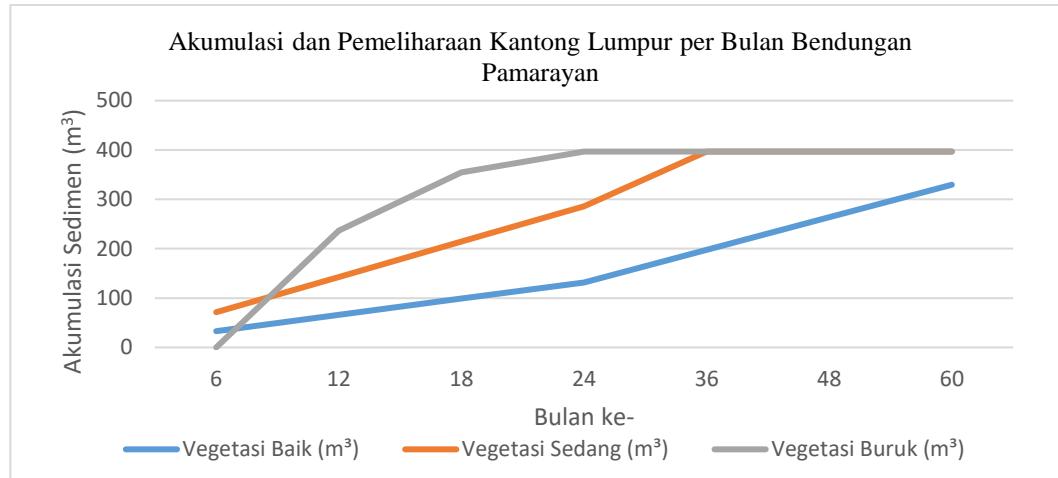
| Bulan ke- | Vegetasi Baik (m ³) | Vegetasi Sedang (m ³) | Vegetasi Buruk (m ³) | Rekomendasi Pemeliharaan |
|-----------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| 6 | 32.97 | 71.43 | 118.18 | Pemantauan Awal |
| 12 | 65.93 | 142.86 | 236.36 | Pemeliharaan (Buruk) |
| 18 | 98.90 | 214.29 | 354.54 | Pemeliharaan (Sedang) |
| 24 | 131.86 | 285.72 | 396.76 (penuh) | Wajib Pemeliharaan |
| 36 | 197.79 | 396.76 (penuh) | 396.76 (penuh) | Wajib Pemeliharaan |
| 48 | 263.72 | 396.76 (penuh) | 396.76 (penuh) | Wajib Pemeliharaan |
| 60 | 329.65 | 396.76 (penuh) | 396.76 (penuh) | Wajib Pemeliharaan |

(Sumber: Hasil Analisa, 2025)

Catatan: Kapasitas maksimum kantong lumpur adalah 396,76 m³. Angka volume telah dibatasi pada nilai ini.

Gambar 2 memperlihatkan hubungan antara waktu dan volume akumulasi sedimen pada

berbagai kondisi vegetasi penutup lahan. Grafik ini membantu memvisualisasikan kapan kapasitas maksimum tercapai dan kapan tindakan pemeliharaan perlu dilakukan.



Gambar 2. Grafik Akumulasi dan Pemeliharaan Kantong Lumpur per Bulan Bendungan Pamarayan
(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Grafik di atas menunjukkan akumulasi sedimen pada kantong lumpur di Bendungan Pamarayan selama periode hingga 60 bulan, berdasarkan kondisi vegetasi di daerah tangkapan air: vegetasi baik, sedang, dan buruk. Sumbu horizontal menunjukkan waktu dalam bulan, sementara sumbu vertikal menunjukkan volume akumulasi sedimen dalam meter kubik (m^3). Pada kondisi vegetasi buruk, akumulasi sedimen meningkat sangat cepat, mencapai sekitar 240 m^3 hanya dalam 12 bulan dan terus naik hingga mendekati 400 m^3 pada bulan ke-24. Setelah itu, grafik tampak mendatar, menandakan bahwa kapasitas kantong lumpur telah mencapai batasnya atau dilakukan pemeliharaan besar.

Untuk vegetasi sedang, akumulasi sedimen terjadi lebih lambat dibanding vegetasi buruk, tetapi tetap meningkat secara konsisten, mencapai sekitar 400 m^3 pada bulan ke-36. Ini menunjukkan bahwa meskipun masih terjadi erosi, laju akumulasinya lebih terkendali dibanding kondisi vegetasi buruk.

Sementara pada kondisi vegetasi baik, akumulasi sedimen berlangsung paling lambat, dengan peningkatan bertahap dari 30 m^3 pada bulan ke-6 hingga sekitar 330 m^3 pada bulan ke-60. Ini mencerminkan efektivitas tutupan vegetasi yang baik dalam mengurangi erosi dan pengendapan sedimen di kantong lumpur.

4. KESIMPULAN

Strategi pemeliharaan kantong lumpur di Jaringan Irigasi Bendung Pamarayan harus berbasis pada pola akumulasi sedimen aktual, yang menunjukkan variasi signifikan antar titik pengamatan dengan rata-rata $2.000\text{--}3.000\text{ m}^3/\text{tahun}$. Kondisi vegetasi berperan krusial: kantong lumpur dengan vegetasi buruk penuh dalam kurang dari 2 tahun, sementara dengan

vegetasi baik mampu bertahan hingga 6 tahun. Untuk menjaga kapasitas tampungan dan kelancaran aliran air, direkomendasikan pembersihan dua kali setahun—sebelum dan sesudah musim hujan—yang sekaligus memperhatikan efisiensi operasional, akses alat berat, dan kelancaran pasokan air bagi lahan pertanian. Pendekatan ini, yang mengintegrasikan aspek teknis, manajemen operasional, dan konservasi lingkungan, menjadi dasar perencanaan jangka panjang berbasis data kuantitatif, memastikan kinerja optimal jaringan irigasi dan mendukung pertanian berkelanjutan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2017). *Petunjuk Teknis Operasi dan Pemeliharaan Prasarana Irigasi*.
- Gunawan, A. (2018). Evaluasi Efektivitas Pemeliharaan Saluran Irigasi Berdasarkan Volume Sedimen. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 6(2), 134–141.
- Hidayat, R. (2021). *Manajemen Infrastruktur Irigasi Berkelanjutan*. Deepublish.
- Janatha, D., & Soebagio. (2021). Perencanaan embung di kawasan anggrek gorontalo utara. *Axial, Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 9(3), 173–182.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2006). *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi Offset.
- Marsono, M., & Yusuf, M. (2015). Pengaruh Sedimentasi Terhadap Efisiensi Jaringan Irigasi Primer. *Jurnal Teknik Pengairan*, 11(1), 45–54.
- Nugroho, T. (2016). *Teknik Pengukuran dan Pengendalian Sedimentasi di Daerah Irigasi*. Pusat Litbang SDA.

**ANALISIS DAN STRATEGI PEMELIHARAAN KANTONG LUMPUR PADA
JARINGAN IRIGASI BENDUNG PAMARAYAN BERDASARKAN POLA
AKUMULASI SEDIMEN**
(Eka Apriliasi, Christian Dwi Putra Widjaya, Debby Syafriyandi)

- Purnama, R. N. (2023). *Evaluasi Kantong Lumpur Pada Jaringan Irigasi Bendung Pamarayan.*
- Rismanto, Y. (2020). Studi Evaluasi Volume Sedimen Pada Kantong Lumpur Irigasi di Wilayah Hulu DAS. *Jurnal Sumber Daya Air*, 16(3), 76–84.
- Sulaiman, A., & Rachman, A. (2014). Kajian Model Sedimentasi Saluran Irigasi di Wilayah Tropis. *Jurnal Irigasi*, 9(2), 101–108.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidraulika II*. Beta Offset.