

Distribusi Gradasi Sedimen Boulder yang Melewati Sabo Dam Tipe Beam (Eksperimental Laboratorium)

Muh. Ishar Halim¹ | Andi Bunga Tongeng^{*2} | Mahmuddin²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

Email: muhisharh@gmail.com

² Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

Email: andibunga@unismuh.ac.id
mahmuddin@unismuh.ac.id

Korespondensi:

*Andi Bunga Tongeng
andibunga@unismuh.ac.id

ABSTRAK

Sabo dam merupakan salah satu struktur pengendali sedimen yang berfungsi untuk menahan material berukuran besar agar tidak terbawa aliran menuju hilir. Namun, pada beberapa kasus, termasuk pada kejadian longsoran di lereng Gunung Bawakaraeng, ditemukan boulder berukuran besar yang mampu melewati sabo dam tipe beam. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya ketidaksesuaian antara desain struktur dan karakteristik aliran debris di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi ukuran sedimen boulder yang berhasil melewati sabo dam tipe beam serta mengetahui pengaruh variasi pada kemiringan saluran terhadap kemampuan struktur dalam menahan sedimen. Penelitian dilakukan melalui uji laboratorium menggunakan model open flume dengan variasi kemiringan tertentu dan analisis ukuran sedimen menggunakan metode analisis saringan. Hasil penelitian diharapkan memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai perilaku sedimen boulder terhadap geometri sabo dam, sehingga dapat menjadi dasar untuk evaluasi desain dan peningkatan efektivitas sabo dam tipe beam dalam mengendalikan sedimen kasar di daerah rawan erosi dan aliran debris.

Kata Kunci:

Boulder, sabo dam tipe beam, distribusi ukuran sedimen, kemiringan saluran, simulasi laboratorium.

ABSTRACT

Sabo dams are sediment control structures designed to retain large debris materials and prevent them from being transported downstream. However, in several cases, including the landslide event on the slopes of Mount Bawakaraeng, large boulders weighing up to several tons were found to pass through beam-type sabo dams. This condition indicates a mismatch between structural design and the actual debris flow characteristics in the field. This study aims to analyze the size distribution of boulder sediments that pass through a beam-type sabo dam and to examine the influence of channel slope variations on the structure's effectiveness in retaining coarse sediments. The research was conducted through laboratory-scale simulations using an open-flume model with different slope configurations, followed by sediment size analysis using the sieve method. The results of this study are expected to provide a better understanding of boulder sediment behavior in relation to sabo dam geometry, and to serve as a scientific basis for evaluating and improving the performance of beam-type sabo dams in sediment-prone and debris-flow-prone environments.

Keywords:

Boulder, beam-type sabo dam, sediment size distribution, channel slope, laboratory simulation

1 | PENDAHULUAN

Sungai merupakan sistem aliran air alami yang berukuran besar dan memanjang, yang mengalir secara terus menerus dari bagian hulu menuju hilir. Selain sebagai jalur pengaliran air, sungai juga memiliki peran strategis dalam proses transportasi dan distribusi sedimen, terutama material hasil erosi dari daerah tangkapan air di bagian hulu. Melalui sungai, partikel tanah dan batuan yang terlepas akibat proses erosi akan dibawa menuju wilayah hilir hingga akhirnya bermuara ke laut (Iverson, 1997).

Untuk mengendalikan dan mengurangi dampak dari aliran sedimen tersebut, dibangunlah struktur pengendali seperti sabo dam. Sabo dam atau bendung sabo dirancang untuk memperlambat aliran dan menahan sedimen kasar di bagian hulu, sehingga material berbahaya tidak mencapai daerah hilir (Fajarwati et al., 2015).

Dalam kasus longsor di lereng Gunung Bawakaraeng, ditemukan boulder dengan berat hingga 10 ton yang mampu terbawa aliran sedimen dan melewati sabo dam tipe beam. Hal ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara rancangan struktur dengan kondisi nyata di lapangan. Studi tersebut menekankan bahwa geometri dam, debit aliran, dan kemiringan lereng memiliki pengaruh besar terhadap kemampuan sabo dam dalam menahan sedimen kasar (Asrib et al., 2011).

Penelitian lain juga menunjukkan bahwa tanpa pemahaman mendalam tentang gradasi sedimen dan kecepatan aliran, maka sabo dam dapat kehilangan fungsinya dan menjadi penyebab penyumbatan atau bahkan kerusakan total akibat tekanan berlebih dari material yang tidak tertahan (Muhammad Iqbal, 2024).

Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis distribusi ukuran sedimen boulder yang berhasil melewati sabo dam tipe beam dengan pendekatan observasional dan numerik. Kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap desain dan evaluasi ulang struktur sabo dam agar lebih adaptif terhadap perubahan ekstrem di lingkungan geologi tropis seperti Indonesia (Kuswartomo et al., 2022).

Fenomena longsor di lereng Gunung Bawakaraeng menunjukkan bahwa boulder dengan berat mencapai ± 10 ton dapat terbawa aliran sedimen dan bahkan melewati sabo dam tipe beam. Kondisi ini mengindikasikan adanya kesenjangan antara perencanaan teknis struktur dan kondisi aktual di lapangan. Hasil kajian tersebut menegaskan bahwa faktor geometri bangunan, debit aliran, serta kemiringan lereng sangat menentukan efektivitas sabo dam dalam menahan sedimen berukuran besar (Soplintila et al., 2022).

Penelitian lain juga mengungkapkan bahwa tanpa analisis yang komprehensif terhadap karakteristik gradasi sedimen dan kecepatan aliran, struktur sabo dam berpotensi kehilangan fungsinya. Bahkan, struktur tersebut dapat mengalami penyumbatan maupun kerusakan akibat tekanan material yang melampaui kapasitas desain (Prajoto & Dibyosaputro, 2014).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis distribusi ukuran sedimen boulder yang mampu melewati sabo dam tipe beam dengan pendekatan observasional dan numerik. Kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan desain serta evaluasi ulang struktur sabo dam agar lebih adaptif terhadap dinamika lingkungan geologi tropis yang ekstrem, seperti di Indonesia (Dewi et al., 2022).

2 | METODE

2.1 | Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrolika, Departement Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Jl. Poros Malino Km.6, Bontomarannu, Kab. Gowa. Pada **Gambar 1** merupakan peta Lokasi penelitian berada dan **Gambar 2** merupakan Lokasi terpilih di Laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar dan berlangsung selama 6 bulan.



GAMBAR 1. Peta Lokasi Penelitian



GAMBAR 2. Lokasi Terpilih: Laboratorium Hidrolika Unhas

2.2 | Metode Pengumpulan Data

Jenis penelitian ini adalah simulasi laboratorium, di mana peneliti merencanakan dan mengatur kondisi eksperimen sesuai dengan tujuan penelitian. Proses ini dilakukan dengan merujuk pada literatur yang relevan dan terkini yang mendukung judul penelitian (Said et al., 2024).

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung melalui simulasi model fisik yang dilakukan di laboratorium, data sekunder mencakup informasi yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian sebelumnya, baik yang dilaksanakan di laboratorium maupun di lokasi lain yang relevan dengan judul penelitian (Planologi et al., 2021).

2.2.1 | Data Primer

Data primer diperoleh secara langsung melalui pengujian model fisik sabo dam tipe beam di dalam flume. Pengambilan data dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:

1) Pengambilan data sedimen yang melalui sabo dam tipe beam.

Aliran air dijalankan pada flume dengan pemasangan sabo dam tipe beam. Pada kondisi ini dilakukan pengamatan dan pengukuran terhadap:

- Kecepatan aliran di hilir sabo dam
- Tinggi muka air
- Distribusi sedimen yang lolos sabo dam

Data dicatat sebagai data sedimen yang melalui sabo dam tipe beam.

2) Pengambilan data sedimen yang tertahan sabo dam tipe beam.

Setelah pengambilan data sedimen yang lolos pada sabo dam tipe beam diambil data sedimen yang tertahan pada sabo dam tipe beam:

- Kecepatan aliran di hulu sabo dam
- Tinggi muka air
- Distribusi sedimen yang tertahan sabo dam

Pengamatan dilakukan menggunakan alat ukur seperti current meter, point gauge, stopwatch, dan penggaris, serta didukung dokumentasi visual.

3) Uji gradasi saringan

Saat seluruh data sampel sedimen sudah diambil, maka dilakukan uji gradasi saringan dengan menggunakan pan saringan 4, 8, 16, 30, dan 50. Serta saringan boulder 3 cm, 2 cm, dan 1 cm menggunakan mesin *sieve shaker* lalu dilakukan penimbangan.

4) Pencatatan data

Seluruh hasil pengukuran dicatat dalam tabel data yang telah disiapkan untuk selanjutnya dianalisis dan dibandingkan antara kondisi dari kemiringan flume 6° , 8° dan 10° pada sabo dam tipe beam.

2.2.1 | Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari studi literatur yang bersumber dari:

- Jurnal ilmiah
- Laporan penelitian terdahulu
- Referensi yang berkaitan dengan sabo dam dan aliran saluran terbuka.

2.3 | Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental laboratorium untuk menganalisis distribusi ukuran sedimen boulder yang melewati sabo dam tipe beam (Fajarwati et al., 2015). Adapun tahapan dan tingkatan dalam pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mempersiapkan peralatan di laboratorium termasuk membuat model sabo dam tipe beam skala laboratorium serta menyiapkan bahan berupa material sedimen dan boulder.
2. Melakukan running awal untuk mengetahui karakteristik aliran yang terjadi di sabo dam tipe beam, seperti kecepatan aliran dan tinggi muka air, sebelum sedimen dimasukkan ke dalam saluran.
3. Melakukan pengaliran untuk mengukur debit dengan menggunakan debit (Q) tetap dengan waktu (t) sebagai variabel utama.
4. Mengalihkan aliran dengan memindahkan pipa untuk memasukkan sedimen dan boulder kedalam flume.
5. Melakukan pengukuran tinggi muka air di bagian hulu dan hilir flume model, serta mengukur posisi dan ukuran sedimen boulder yang tertahan dan lolos melewati sabo dam.
6. Melakukan Analisa saringan untuk mengetahui diameter butiran dan mencatat data penelitian yang diperlukan dalam penelitian.
7. Analisa dan validasi data dari hasil pencatatan pengamatan uji laboratorium yang telah dilakukan.

3 | HASIL DAN PEMAHASAN

3.1 | Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui simulasi laboratorium dengan menggunakan flume berukuran panjang 9 m, lebar 0,30 m, dan tinggi 0,45 m. Model sabo dam tipe beam yang digunakan memiliki celah 0,02 m dengan tinggi 0,15 m. Variasi kemiringan saluran yang diuji adalah 6°, 8°, dan 10°. Dalam studi hidraulik saluran terbuka, panjang flume yang memadai diperlukan agar profil muka air dan distribusi kecepatan berkembang secara penuh sebelum berinteraksi dengan struktur (Kurniasari et al., 2025). Adapun gradasi dan distribusi ukuran butir sedimen boulder sebagai berikut:

TABEL 1. Data Gradasi Ukuran Sedimen

Berat Sampel : 86 kg

No. Saringan	Butiran (mm)	% Berat	Berat (kg)	Keterangan
No. 4	4,75	10%	8,6	Kerakal
No. 8	2,36	20%	17,2	Granul
No. 16	1,18	10%	8,6	Pasir Sangat Kasar
No. 30	0,6	50%	43	Pasir Kasar
No. 50	0,3	10%	8,6	Pasir Sedang

TABEL 2. Data Distribusi Ukuran Boulder

Berat Sampel : 5 kg

No. Saringan	Butiran (mm)	% Berat	Berat (kg)	Keterangan
1 cm	10	85%	4,25	Kerakal
2 cm	20	10%	0,5	Kerakal
3 cm	30	5%	0,25	Kerakal

3.2 | Distribusi Ukuran Sedimen Boulder yang Melalui Sabo Dam dengan Kemiringan 6°

Pada distribusi ukuran sedimen menunjukkan hasil saringan sedimen pada kemiringan 6° dengan total berat sampel sebesar 26,9 kg. Berdasarkan data, persentase berat tertahan terbesar terdapat pada saringan No.30 (0,6 mm) sebesar 40,52%, No.8 (2,36 mm) sebesar 23,42%, dan saringan No.16 (1,18 mm) sebesar 14,87%. Sedangkan persentase berat lolos terkecil terdapat pada saringan No.4 (4,75 mm) sebesar 8,55% dan No.50 (0,3 mm) sebesar 12,64%. Persentase lolos kumulatif menunjukkan bahwa material yang dominan terdiri atas butiran berukuran kerikil sedang, dengan sedimen lainnya berupa pasir sangat kasar hingga pasir sedang (Maulana et al., 2024).

TABEL 3. Data Analisa Saringan Sedimen pada Kemiringan 6°

Berat Sampel : 26,9 kg

No. Saringan	Butiran (mm)	Berat Lolos (kg)	%Tertahan	%Lolos Kumulatif	Keterangan
No. 4	4,75	2,3	8,55	12,64	Kerakal
No. 8	2,36	6,3	23,42	21,19	Granul
No. 16	1,18	4	14,87	44,61	Pasir Sangat Kasar
No. 30	0,6	10,9	40,52	59,48	Pasir Kasar
No. 50	0,3	3,4	12,64	87,36	Pasir Sedang
		26,9	100		

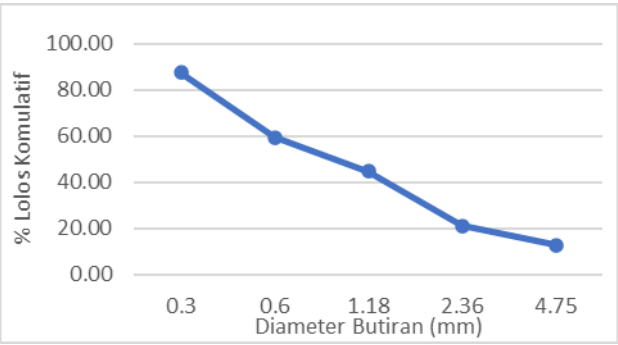
Pada distrubusi ukuran boulder menunjukkan hasil saringan boulder pada kemiringan 6° dengan total berat sebesar 0,99 kg. Berdasarkan data, besar material terdiri dari butiran berukuran 1 cm dengan berat lolos sebesar 0,85 kg (85,86%) dari total sampel. Sementara itu, butiran berukuran 2 cm memiliki berat lolos sebesar 0,14 kg (14,14%), dan tidak terdapat butiran berukuran 3 cm yang lolos pada sabo dam tipe beam. Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa sampel yang lolos didominasi oleh material berukuran kerakal 1 cm dan 2 cm (Rustan & Purqon, 2016).

TABEL 4. Data Analisa Saringan Boulder pada Kemiringan 6°

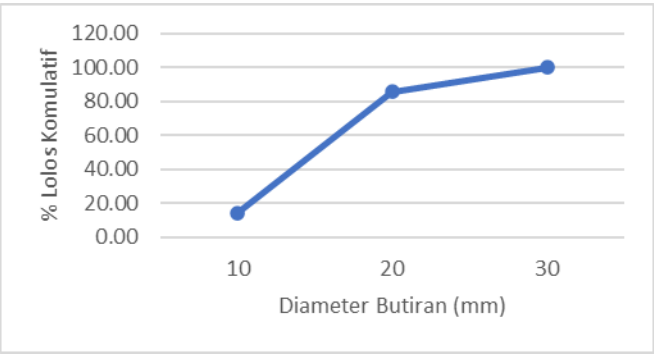
Berat Sampel : 0,99 kg

No. Saringan	Butiran (mm)	Berat Lolos (kg)	%Tertahan	%Lolos Kumulatif	Keterangan
1 cm	10	0,85	85,86	14,14	Kerakal
2 cm	20	0,14	14,14	85,86	Kerakal
3 cm	30	0	0,00	100	Kerakal
		0,99	100		

Gambar 3 menunjukkan grafik hubungan antara diameter butiran dengan persentase lolos kumulatif sedimen pada kemiringan 6°. Terlihat bahwa semakin besar diameter butiran, persentase lolos kumulatif semakin menurun. Pada diameter butiran 0,3 mm, persentase lolos mencapai sekitar 87,36%, kemudian menurun menjadi 59,48% pada diameter 0,6 mm, 44,61% pada 1,18 mm, 21,19% pada 2,36 mm, dan hanya sekitar 12,64% pada 4,75 mm. Hal ini menunjukkan bahwa butiran berukuran kecil lebih banyak lolos, sedangkan butiran berukuran besar cenderung lebih cenderung tertahan pada saringan (Planologi et al., 2021). **Gambar 4** menunjukkan grafik hubungan antara diameter butiran dengan persentase lolos kumulatif pada kemiringan 6°. Terlihat bahwa semakin kecil diameter butiran, nilai persentase lolos kumulatif semakin meningkat. Pada diameter butiran 10 mm, persentase lolos kumulatif sekitar 14.14%, meningkat menjadi 85.86% pada diameter 20 mm, dan mencapai 100% pada diameter 30 mm. Hal ini menunjukkan bahwa pada kemiringan 6°, butiran dengan ukuran lebih besar cenderung lebih banyak tertahan, sedangkan butiran kecil lebih mudah lolos dari saringan (Kurniasari et al., 2025).



GAMBAR 3. Grafik Gradasi Ukuran Sedimen pada Kemiringan 6°



GAMBAR 4. Grafik Gradasi Ukuran Boulder pada Kemiringan 6°

3.3 | Distribusi Ukuran Sedimen Boulder yang Melalui Sabo Dam dengan Kemiringan 8°

Pada distribusi ukuran sedimen menunjukkan hasil saringan sedimen pada kemiringan 8° dengan berat sampel sebesar 39,2 kg. Berdasarkan data, butiran dengan diameter 0,3 mm memiliki persentase tertahan sebesar 10,71%. Butiran berdiameter 0,6 mm memiliki persentase tertahan 18,62%. Selanjutnya, pada diameter 1,18 mm diperoleh persentase tertahan 14,29%. Butiran berdiameter 2,36 mm menunjukkan persentase lolos tertinggi dari butiran berdiameter 4.75 mm, yaitu 39,29%, sedangkan diameter 4,75 mm memiliki persentase lolos 17,09%. Data ini menunjukkan bahwa besar material didominasi lolos oleh pasir halus hingga kerikil sedang (Maulana et al., 2024).

TABEL 5. Data Analisa Saringan Sedimen pada Kemiringan 8°

Berat Sampel : 39,2 kg

No. Saringan	Butiran (mm)	Berat Lolos (kg)	%Tertahan	%Lolos Kumulatif	Keterangan
No. 4	4,75	4,2	10,71	17,09	Kerakal
No. 8	2,36	7,3	18,62	27,81	Granul
No. 16	1,18	5,6	14,29	46,43	Pasir Sangat Kasar
No. 30	0,6	15,4	39,29	60,71	Pasir Kasar
No. 50	0,3	6,7	17,09	82,91	Pasir Sedang
		39,2	100		

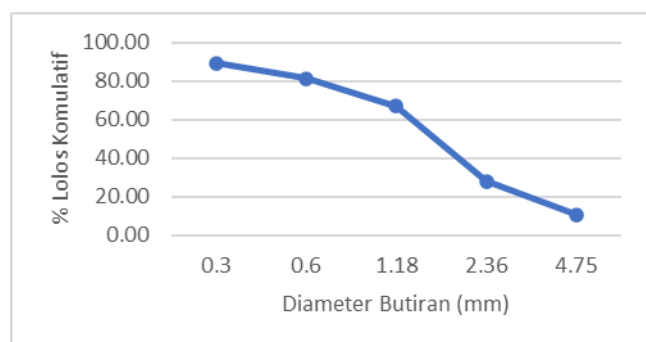
Pada distribusi ukuran boulder menunjukkan hasil saringan boulder pada kemiringan 8° dengan total berat sebesar 2,68 kg. Berdasarkan data, besar material terdiri dari butiran berukuran 1 cm dengan berat lolos sebesar 2,45 kg (91,42%) dari total sampel. Sementara itu, butiran berukuran 2 cm memiliki berat lolos sebesar 0,23 gram (8,58%), dan tidak terdapat butiran berukuran 3 cm yang lolos pada sabo dam tipe beam. Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa sampel yang lolos masih sama dengan kemiringan sebelumnya didominasi oleh material berukuran kerikil besar 1 cm dan 2 cm, dengan diikuti batu besar berukuran kerikil sedang hingga pasir halus (Lahimade et al., 2024).

Tabel 6. Data Analisa Saringan Boulder pada Kemiringan 8°

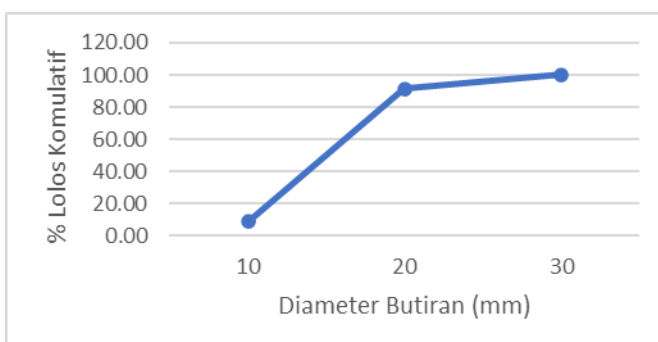
Berat Sampel : 2,68 kg

No. Saringan	Butiran (mm)	Berat Lolos (kg)	%Tertahan	%Lolos Kumulatif	Keterangan
1 cm	10	2,45	91,42	8,56	Kerakal
2 cm	20	0,23	8,58	91,42	Kerakal
3 cm	30	0	0,00	100	Kerakal
		2,68	100		

Gambar 4 menunjukkan grafik hubungan antara diameter butiran dengan persentase lolos kumulatif sedimen pada kemiringan 8°. Terlihat bahwa semakin besar diameter butiran, persentase lolos kumulatif semakin menurun. Pada diameter butiran 0,3 mm, persentase lolos mencapai sekitar 82,91%, kemudian menurun menjadi 60,71% pada diameter 0,6 mm, 46,43% pada 1,18 mm, 27,81% pada 2,36 mm, dan hanya sekitar 17,09% pada 4,75 mm. Hal ini menunjukkan bahwa butiran berukuran kecil lebih banyak lolos, sedangkan butiran berukuran besar cenderung lebih cenderung tertahan pada saringan (Maini et al., 2025). **Gambar 5** menunjukkan grafik hubungan antara diameter butiran dengan persentase lolos kumulatif pada kemiringan 8°. Terlihat bahwa semakin kecil diameter butiran, nilai persentase lolos kumulatif semakin meningkat. Pada diameter butiran 10 mm, persentase lolos kumulatif sekitar 8,58%, meningkat menjadi 91,42% pada diameter 20 mm, dan mencapai 100% pada diameter 30 mm. Hal ini menunjukkan bahwa pada kemiringan 8°, butiran dengan ukuran lebih besar cenderung lebih banyak tertahan pada sabo dam tipe beam, sedangkan butiran kecil lebih mudah lolos dari sabo dam tipe beam (Savitri, 2023).



GAMBAR 5. Grafik Gradasi Ukuran Sedimen pada Kemiringan 8°



GAMBAR 6. Grafik Gradasi Ukuran Boulder pada Kemiringan 8°

3.4 | Distribusi Ukuran Sedimen Boulder yang Melalui Sabo Dam dengan Kemiringan 10°

Pada distribusi ukuran sedimen menunjukkan hasil saringan sedimen pada kemiringan 10° dengan total berat sampel sebesar 55,9 kg. Berdasarkan data, persentase berat lolos terbesar terdapat pada saringan No.30 (0,6 mm) sebesar 49,55%, No.8 (2,36 mm) sebesar 16,46%, dan No.16 (1,18 mm) sebesar 12,16%. No.4 (4,75 mm) sebesar 12,36% dan saringan No.50 (0,3 mm) sebesar 9,48%. Persentase lolos kumulatif menunjukkan bahwa material yang dominan terdiri atas butiran berukuran pasir kasar dengan lainnya berupa pasir kasar (Prasetyo et al., 2024).

TABEL 7. Data Analisa Saringan Sedimen pada Kemiringan 10°

Berat Sampel : 55,9 kg

No. Saringan	Butiran (mm)	Berat Lolos (kg)	%Tertahan	%Lolos Kumulatif	Keterangan
No. 4	4,75	6,9	12,34	9,48	Kerakal
No. 8	2,36	9,2	16,46	21,82	Granul
No. 16	1,18	6,8	12,16	38,28	Pasir Sangat

					Kasar
No. 30	0,6	27,7	49,55	50,45	Pasir Kasar
No. 50	0,3	7,3	9,48	90,52	Pasir Sedang
		55,9	100		

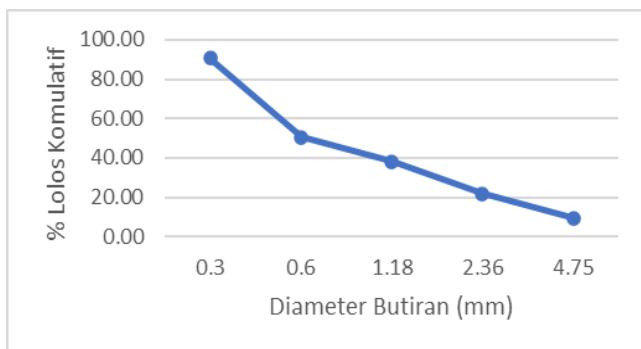
Pada distribusi ukuran boulder menunjukkan hasil saringan boulder pada kemiringan 10° dengan total berat sebesar 3,79 kg. Berdasarkan data, batu besar material terdiri dari butiran berukuran 1 cm dengan berat lolos sebesar 3,55 kg (93,67%) dari total sampel. Sementara itu, butiran berukuran 2 cm memiliki berat lolos sebesar 0,24 kg (6,33%), dan tidak terdapat butiran berukuran 3 cm yang lolos pada sabo dam tipe beam. Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa sampel yang lolos masih sama dengan kemiringan sebelumnya didominasi oleh material berukuran kerikil besar 1 cm dan 2 cm, dengan diikuti batu besar lebih banyak berukuran kerakal hingga pasir sedang (Kurniasari et al., 2025).

TABEL 8. Data Analisa Saringan Boulder pada Kemiringan 10°

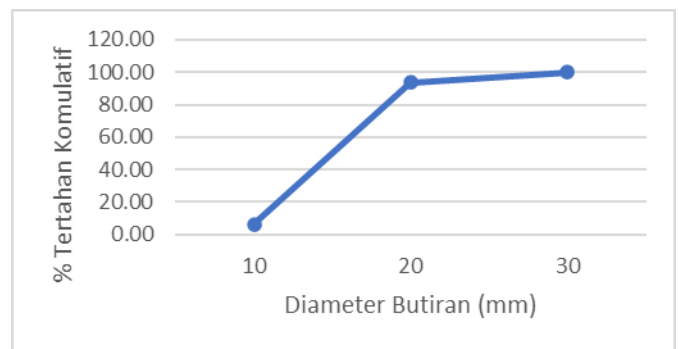
Berat Sampel : 3,79 kg

No. Saringan	Butiran (mm)	Berat Lolos (kg)	%Tertahan	%Lolos Kumulatif	Keterangan
1 cm	10	3,55	93,67	6,33	Kerakal
2 cm	20	0,24	6,33	93,67	Kerakal
3 cm	30	0	0,00	100	Kerakal
		2,68	100		

Gambar 6 menunjukkan grafik antara diameter butiran sedimen dengan persentase lolos kumulatif sedimen pada kemiringan 10°. Terlihat bahwa semakin besar diameter butiran, persentase lolos kumulatif semakin menurun. Pada diameter butiran 0,3 mm, persentase lolos mencapai sekitar 90,52%, kemudian menurun menjadi 50,48% pada diameter 0,6 mm, 38,28% pada 1,18 mm, 21,82% pada 2,36 mm, dan hanya sekitar 9,48% pada 4,75 mm. Hal ini menunjukkan bahwa butiran berukuran kecil lebih banyak lolos, sedangkan butiran berukuran besar cenderung lebih tertahan pada saringan (Maulana et al., 2024). **Gambar 7** menunjukkan grafik hubungan antara diameter butiran boulder dengan persentase lolos kumulatif pada kemiringan 8°. Terlihat bahwa semakin kecil diameter butiran, nilai persentase lolos kumulatif semakin meningkat. Pada diameter butiran 10 mm, persentase lolos kumulatif sekitar 6.33%, meningkat menjadi 93.67% pada diameter 20 mm, dan mencapai 100% pada diameter 30 mm. Hal ini menunjukkan bahwa pada kemiringan 10°, butiran dengan ukuran lebih besar cenderung lebih banyak tertahan pada sabo dam tipe beam, sedangkan butiran kecil lebih mudah lolos dari sabo dam tipe beam (Maini et al., 2025).



GAMBAR 7. Grafik Gradasi Ukuran Sedimen pada Kemiringan 10°



GAMBAR 8. Grafik Gradasi Ukuran Boulder pada Kemiringan 10°

4 | KESIMPULAN

Karakteristik distribusi ukuran sedimen yang melalui sabo dam tipe beam berbeda untuk setiap kemiringan saluran, di mana pada kemiringan yang lebih curam jumlah sedimen yang lolos semakin besar. Sedimen halus, sedang hingga kasar masih mendominasi jumlah yang lolos pada semua variasi kemiringan, sedangkan boulder berukuran kecil (1 m) masih mampu melewati sabo dam, sementara boulder berdiameter 2 m hanya lolos sebagian kecil, dan boulder berdiameter 3 m tidak mampu lolos.

Pengaruh kemiringan saluran terhadap distribusi ukuran sedimen boulder yang melalui sabo dam tipe beam memiliki pengaruh signifikan terhadap pola distribusi ukuran sedimen boulder. Semakin besar kemiringan saluran, maka kecepatan aliran meningkat, yang menyebabkan daya pergerakan sedimen juga bertambah. Kondisi ini mengakibatkan semakin banyak sedimen berukuran besar (boulder) yang dapat bergerak melewati sabo dam tipe beam dibandingkan pada kemiringan yang lebih landai.

Daftar Pustaka

- Asrib, A. R., Purwanto, Y. J., & Sukandi, S. (2011). Dampak Longsoran Kaldera terhadap Tingkat Sedimentasi Di Waduk Bili-Bili Provinsi Sulawesi Selatan. *J Hidrolitan*, 2(3), 135–146.
- Dewi, N. K., Ikhsan, J., Sipil, J. T., Teknik, F., Yogyakarta, U. M., & Belakang, L. (2022). *PENGARUH EROSI LAHAN TERHADAP KAPASITAS SABO DAM*. 2(1), 25–34.
- Fajarwati, Y., Fathani, T. F., Faris, F., & Wilopo, W. (2015). *DESAIN SABO DAM TIPE CONDUIT SEBAGAI PENGENDALI DAYA RUSAK*. XVI(2).
- Iverson, R. M. (1997). *THE PHYSICS OF DEBRIS FLOWS*. 97, 245–296.
- Kurniasari, N., Daoed, D., Andalas, U., & Author, C. (2025). *Phenomenon of Sediment Distribution Patterns in Bends Due to Changes in Check Dam Layout*. 12(1), 28–39.
- Kuswartomo, K., Wildan, M. S., Isnugroho, I., & Fatchan, A. K. (2022). Distribusi Sedimen Arah Tegak Lurus Pantai Indrayanti Yogyakarta Penentuan Variabel Statistik Sedimen Pantai. *Konstruksia*, 14(1), 107. <https://doi.org/10.24853/jk.14.1.107-121>
- Lahimade, M., Rampengan, R. M., Sondak, C. F. A., Rumengan, I. F. M., Rimper, J. R. T. S. L., & Djamaluddin, R. (2024). *KOMPOSISI DAN DISTRIBUSI GRANULOMETRI SEDIMEN DIPADANG LAMUN DESA MOKUPA KECAMATAN TOMBARIRI KABUPATEN MINAHASA*. 12(3), 130–141.
- Maini, M., Kiranaratri, A. H., Susanti, J. E., & Saputra, C. A. (2025). *IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK DISTRIBUSI UKURAN BUTIR DAN KETIDAKSERAGAMAN SEDIMEN PADA SUNGAI WAY LUNIK*. 10(1), 9–17.
- Maulana, A. K., Musa, R., & Ashad, H. (2024). *Evaluasi Fungsi Bangunan Pengendali Sedimen Sungai Jeneberang Bagian Hulu Waduk Bili-Bili Kab. Gowa (Studi Kasus pada Jebolnya SP.1 dan SP.2)*. 6(2), 300–307.
- Muhammad Iqbal, A. aziz. (2024). *Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST) Analisis Sebaran Sedimen Melayang dan Sedimen Dasar pada Sub DAS*. 2(2).
- Planologi, J., Wahyudi, S. I., Adi, H. P., Khamid, A., Studi, P., Sipil, T., Islam, U., & Agung, S. (2021). *Eksperimen laboratorium aliran tertutup dan inisiasi uji bendung berpori untuk kawasan pertanian*. 18(1).
- Prajoto, G. R., & Dibyosaputro, S. (2014). Kajian Sedimen Transpor Daerah Aliran Sungai Krasak Pasca Erupsi Merapi 2010. *Jurnal Bumi Indonesia*, 3(1), 1–8.
- Prasetyo, D., Efendi, M., & Hapsari, R. I. (2024). *PERENCANAAN SABO DAM SEBAGAI ALTERNATIF BANGUNAN NGANJUK JAWA TIMUR*. 5, 122–129.
- Rustan, R., & Purqon, A. (2016). Pemodelan Aliran Debris Flow Untuk Analisis Potensi Longsoran Studi Kasus: Pegunungan Fishhawk, California. *Journal Online of Physics*, 2(1), 6–10. <https://doi.org/10.22437/jop.v2i1.3446>
- Said, M., Makassar, U. M., Awaliyah, A. N., Makassar, U. M., Makassar, U. M., Gaffar, F., Makassar, U. M., Aliran, K., & Terbuka, S. (2024). *Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST)*. 2(2).
- Savitri, F. A. (2023). *Study of Sedimentation Control on Bangga River Palu Watershed Central Sulawesi*. 30(2), 157–166. <https://doi.org/10.5614/jts.2023.30.2.3>
- Soplantila et al. (2022). *STUDI PREDIKSI ANGKUTAN SEDIMEN PADA SABO DAM 7.2 DAN SABO DAM 7.3 DI HULU SUNGAI JENEBERANG.pdf*.