

Analisis Angkutan Sedimen Dasar Menggunakan Metode Duboys dan Einstein Akibat Krib Permeabel pada Saluran Terbuka (Uji Eksperimental)

Adellina Sahnaz Susanto Putri*¹ | Dwi Juniati Tungga Dewi¹ | Farouk Maricar² | Amrullah Mansida³ |

¹ Mahasiswa Program Studi Pengairan
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Makassar, Indonesia.
shnzdellina@gmail.com
dwijuniatitunggadewi101@gmail.com

² Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas
Hasanuddin, Indonesia.
fmaricar@yahoo.com

³ Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas
Muhammadiyah Makassar, Indonesia.
amrullahmansida@gmail.com

Korespondensi

*Adellina Sahnaz Susanto Putri
shnzdellina@gmail.com

ABSTRAK: Sedimentasi merupakan proses pengendapan material yang terjadi di sungai. Krib merupakan bangunan yang dibuat melintang sungai guna mengatur arus sungai dan mengurangi gerusan. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh krib permeabel terhadap karakteristik aliran dan mengetahui berapa besar laju angkutan sedimen dasar akibat krib permeabel menggunakan metode Duboys dan Einstein. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Unhas menggunakan flume akrilik sepanjang 900 cm dengan krib permeabel dari kayu bulat dan bahan uji tanah pasir lolos ayakan 20. Hasil penelitian ini diketahui bahwa terjadi penurunan bilangan Froude sekitar 18 % dan kenaikan bilangan Reynolds sekitar 14,56 % pada pengaliran menggunakan krib kerapatan (ak1) 0,9 cm. Laju angkutan sedimen dasar tertinggi ada pada Q3S3ak1 dan yang terendah pada Q1S1. Menurut Einstein didapatkan q_b sebesar 7,564 m³/hari dan 0,358 m³/hari sedangkan menurut Duboys sebesar 0,4096 m³/hari dan 0,0058 m³/hari

KATA KUNCI

Karakteristik aliran, krib permeabel, sedimen dasar.

ABSTRACT: Sedimentation is the process of depositing material that occurs in rivers. Krib is a building made across the river to regulate river flow and reduce scour. The purpose of this study was to determine the effect of permeable crib on flow characteristics and to find out how much the bottom sediment transport rate due to permeable crib uses the Duboys and Einstein method. This research was conducted at the Unhas Engineering Laboratory using an acrylic flume 900 cm long with a permeable crib made of logs and sand soil test material that passed a 20 sieve. The results of this study revealed that there was a decrease in the Froude number by about 18% and an increase in the Reynolds number by about 14.56% in drainage using a density crib (ak1) 0.9 cm. The highest bottom sediment transport rate was in Q3S3ak1 and the lowest was in Q1S1. According to Einstein, q_b was 7.564 m³/day and 0.358 m³/day, while according to Duboys it was 0.4096 m³/day and 0.0058 m³/day.

Keywords:

Flow Characteristic, Permeabel Crib, Bed Load.

1 | PENDAHULUAN

Sedimentasi merupakan proses pengendapan material yang sering terjadi di sungai. Laju sedimentasi dipengaruhi oleh karakteristik sedimen (ukuran partikel, berat jenis dan kecepatan jatuh) juga dipengaruhi oleh debit aliran yang merupakan fungsi dari kedalaman aliran, lebar sungai dan kemiringan sungai (Hambali, 2016).

Laju angkutan sedimen dapat berupa sedimen tersuspensi (suspended load) dan sedimen dasar (bed load). Perhitungan laju angkutan sedimen dapat dihitung dengan berbagai metode seperti Meyer-Peter-Muller (MPM), Schoklitsch, Kalinske, Rottner dan masih banyak lagi. Namun dalam penelitian ini penulis hanya akan menggunakan 2 metode yakni metode Einstein dan Duboys.

Salah satu metode untuk melindungi tebing sungai yaitu dengan membangun krib Santoso, 2004 dalam (Humairah, 2014). Krib merupakan bangunan yang dibuat melintang dari tebing sungai ke arah tengah guna mengatur arus sungai, mengurangi kecepatan aliran sungai, mempercepat proses sedimentasi, menjamin keamanan tebing sungai terhadap gerusan mempertahankan lebar dan kedalaman air serta memudahkan penyadapan (Sosrodarsono, 2008). Pemasangan krib permeable sangat diperlukan guna mengurangi gerusan yang diakibatkan oleh pola aliran dan kecepatan aliran menyebabkan tingginya angkutan sedimen yang terjadi didasar sungai. Dengan pemasangan krib pada sungai maka akan terjadi suatu perubahan pola aliran, begitu pula dengan jarak pemasangan antar krib tentu akan berpengaruh pada karakteristik aliran suatu sungai (AA Rahim, 2017). Krib permeable yang dibangun pada sungai sangat berpengaruh dalam mengurangi gerusan yang disebabkan kecepatan dan pola aliran yang membuat angkutan di dasar sungai menjadi tinggi (Rahmat 2015).

Aliran air dapat terjadi pada saluran terbuka maupun saluran tertutup. Pada saluran terbuka, aliran air memiliki suatu permukaan bebas yang berkaitan langsung dengan parameter aliran seperti kecepatan, kekentalan, gradien dan geometri saluran (Mattotorang U.H, 2019). Kecepatan aliran selalu berkesinambungan dengan karakteristik aliran sehingga besarnya transport sedimen juga dipengaruhi oleh karakteristi aliran. Beberapa hasil penelitian sebelumnya yang terkait karakteristik aliran pada krib antara lain : Perletakan bangunan krib pada sungai menyebabkan pola aliran di daerah tebing mengarah ke badan sungai sehingga mengurangi gerusan di tebing sungai (Tanjung, M.S dkk, 2016). Menurut (Nanda dkk, 2019) pemasangan krib permeable di belokan sungai membuat karakteristik aliran mengalami perubahan dari superkritik dan subkritik.

Pada penelitian sebelumnya yang terkait angkutan sedimen dasar antara lain : Laju angkutan sedimen dasar dengan metode Einstein dan Shinohara-Tsubaki didapatkan q_b $8,236 \times 10^{-6}$ m³/dt dan $8,236 \times 10^{-6}$ m³/dt (Cardini, 2020). Hasil transport sedimen dasar pada parit Langgar Kabupaten Mempawah didapatkan q_b sebesar 6,997 ton/hari dan 4,143 ton/hari menggunakan metode Einstein dan Duboys (Siswanto, Kartini, dan Herawati n.d). pada saluran Gambang dan Nambongan didapatkan angkutan sedimen dasar menggunakan metode Einstein sebesar 3,57 m³/hari dan 3,67 m³/hari (Hermawan dan Affiato, 2021).

Berdasarkan uraian permasalahan diatas penulis bermaksud melakukan penelitian dengan tujuan mengetahui pengaruh krib permeable terhadap karakteristik aliran dan berapa besar laju angkutan sedimen akibat krib permeable menggunakan metode Einstein dan Duboys.

2 | METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan penelitian eksperimental. Menurut Moh. Nasir (1988) dalam Yuni Cahya 2012 observasi dibawah kondisi buatan (artificial condition), dimana kondisi tersebut dibuat oleh peneliti dan diatur oleh literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

2.1 | Lokasi dan Waktu Penelitian

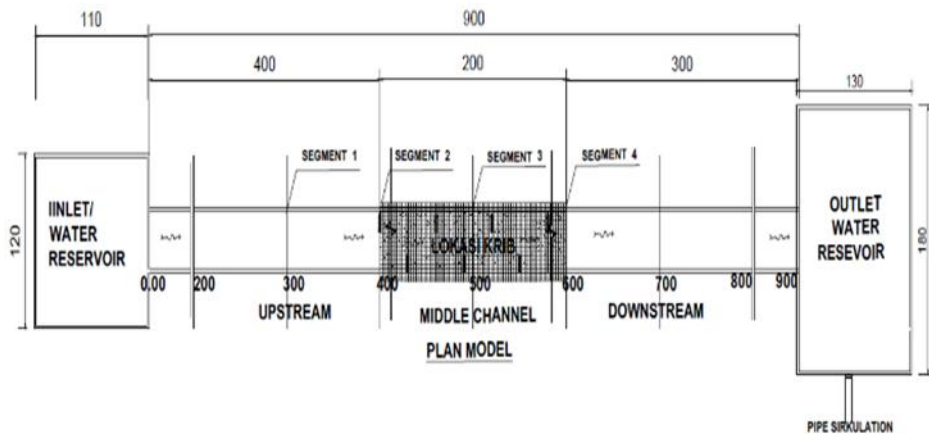
Penelitian ini dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang dilakukan dalam kurun waktu 2 bulan pada bulan November – Desember.

2.1.1 | Prosedur Penelitian

a. Persiapan

Dalam tahap persiapan yang dilakukan adalah pengecekan terhadap semua alat yang akan digunakan dalam penelitian apakah alat dalam kondisi baik dan lengkap.

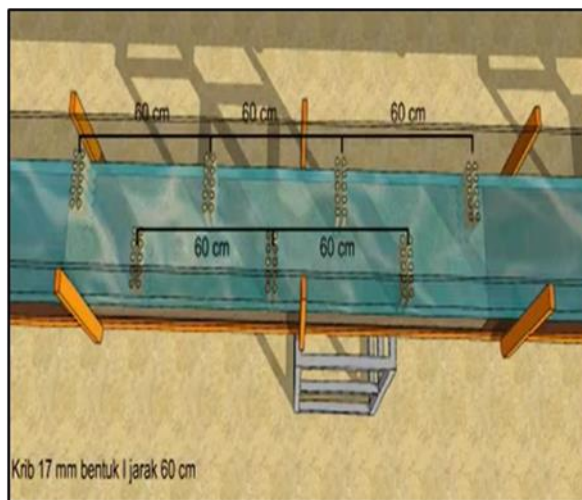
b. Perancangan Model



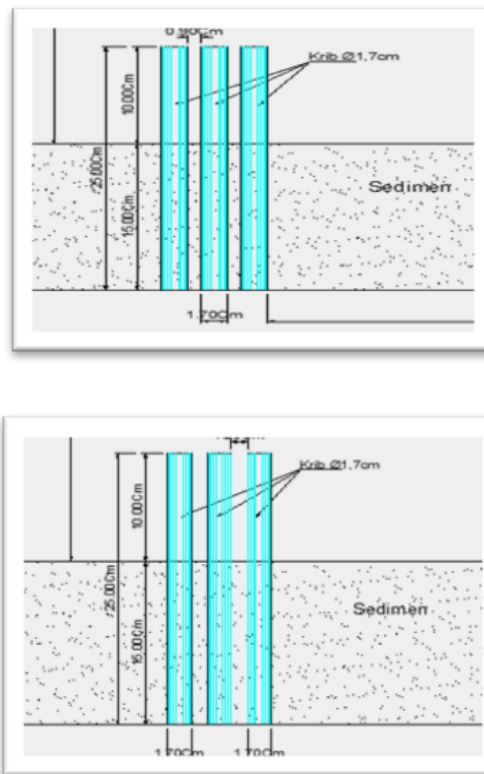
GAMBAR 1 Profil memanjang saluran



GAMBAR 2. Profil Melintang Saluran



GAMBAR 3. Lokasi penempatan krib



Gambar 4 Variasi kerapatan krib

c. Perancangan Benda Uji

Penelitian ini menggunakan benda uji sebagai media sedimen adalah tanah pasir yang lolos ayakan nomor 20 dengan diameter butiran 0,84 mm. Sedangkan media krib digunakan kayu bulat berdiameter 17 mm dengan Panjang 25 cm dan disimpan di dalam saluran sepanjang 200 cm ketebalan 15 cm pada flume akrilik dengan tinggi 45 cm, lebar 30.5 cm serta Panjang 900 m

2.12 | Analisa Data

Data dari laboratorium diolah sebagai bahan Analisa terhadap hasil penelitian ini, sesuai dengan tujuan dan sasaran penelitian. Analisa data yang menyangkut hubungan antar variable dalam penelitian dilakukan dengan tahap sebagai berikut :

1. Perhitungan sifat aliran dengan menggunakan rumus Froude (Fr)
2. Perhitungan tipe aliran dengan menggunakan rumus Reynolds (Re)
3. Perhitungan sedimen dasar menggunakan rumus Einstein
4. Perhitungan sedimen dasar menggunakan rumus Duboys

3 | HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 | Analisis Karakteristika Aliran

Bilangan Froude adalah angka nondimensional hubungan inerti dan gaya gravitasi pada aliran air. Menurut (Eka Risma Zaidun, 2008) perilaku aliran berdasarkan bilangan Froude terbagi menjadi 3 yaitu : Aliran kritis jika $Fr=1$ dan gangguan permukaan, Aliran subkritis jika $Fr<1$ dan aliran superkritis jika $Fr>1$

TABEL 1 Analisis Karakteristik aliran menggunakan bilangan Froude

Debit Aliran (Q , m ³ /dt)	Kemiringan Saluran (S , %)	Tanpa Krib		Kerapatan Krib (ak_1)		Persentase Perubahan (%)	Kerapatan Krib (ak_2)		Persentase Perubahan (%)
		Bil. Froude (Fr)	Sifat Aliran	Bil. Froude (Fr)	Sifat Aliran		Bil. Froude (Fr)	Sifat Aliran	
Q1 0,01033	0,00056	1	Kritis	0,5	Sub Kritis	14,04	0,5	Sub Kritis	10,30
	0,00189	1	Kritis	0,5	Sub Kritis	15,11	0,5	Sub Kritis	12,52
	0,00287	1	Kritis	0,5	Sub Kritis	12,50	0,5	Sub Kritis	9,87
Q2 0,01206	0,00056	1	Kritis	0,5	Sub Kritis	16,77	0,5	Sub Kritis	15,13
	0,00189	1	Kritis	0,5	Sub Kritis	18,84	0,5	Sub Kritis	17,54
	0,00287	1	Kritis	0,5	Sub Kritis	17,06	0,5	Sub Kritis	15,65
Q3 0,01307	0,00056	1	Kritis	0,5	Sub Kritis	15,40	0,5	Sub Kritis	13,10
	0,00189	1	Kritis	0,5	Sub Kritis	18,76	0,5	Sub Kritis	17,55
	0,00287	1	Kritis	0,5	Sub Kritis	17,54	0,5	Sub Kritis	16,89

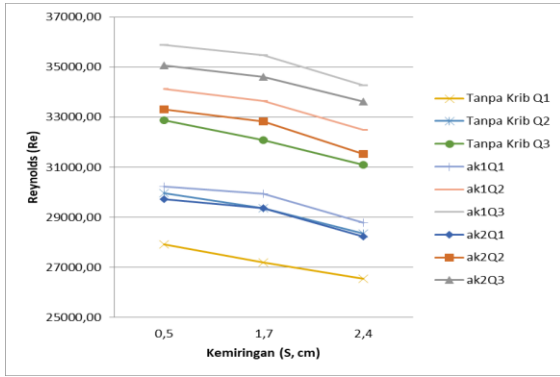
Pada table 1 dapat dilihat bahwa terjadi perubahan nilai Fr pada pengaliran tanpa krib dengan pengaliran menggunakan krib. Bilangan Froude (Fr) mengalami penurunan sekitar 18,84% dari aliran kritis menjadi subkritis. Hal ini disebabkan oleh adanya bangunan krib yang menjadi hambatan aliran sehingga terjadi gesekan antar energi kinetik akibat perubahan kecepatan aliran secara tiba-tiba.

Bilangan Reynolds adalah angka nondimensional hubungan antara gaya inerti dan gaya kekentalan digunakan untuk menentukan suatu aliran laminar atau turbulen. Jika $Re > 12500$ aliran turbulen, $Re < 500$ aliran laminar dan Re terletak diantara 500 – 12500 disebut aliran transisi. Angka Reynold digunakan dalam analisis angkutan sedimen. Dalam hal ini kecepatan menjadi kecepatan gesek (shear velocity) dan radius hidrolik menjadi diameter butiran dasar pembentuk alur

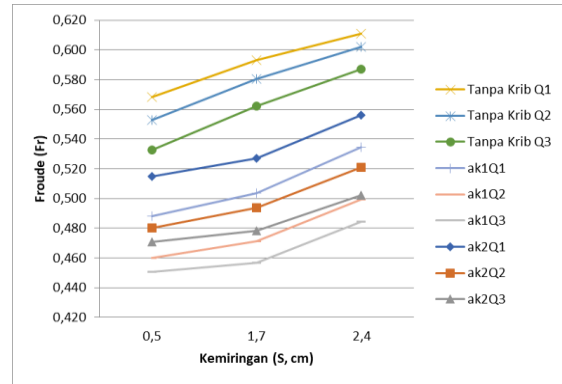
TABEL 2 Analisis Karakteristik aliran menggunakan bilangan Reynolds

Debit Aliran (Q , m ³ /dt)	Kemiringan Saluran (S , %)	Tanpa Krib		Kerapatan Krib (ak_1)		Persentase Perubahan (%)	Kerapatan Krib (ak_2)		Persentase Perubahan (%)
		Bil. Reynolds (Re)	Sifat Aliran	Bil. Reynolds (Re)	Sifat Aliran		Bil. Reynolds (Re)	Sifat Aliran	
Q1 0,01033	0,00056	27918,27	Turbulen	30220,78	Turbulen	8,25	29717,26	Turbulen	6,05
	0,00189	27183,88	Turbulen	29926,71	Turbulen	10,09	29358,94	Turbulen	7,41
	0,00287	26555,50	Turbulen	28781,64	Turbulen	8,38	28234,31	Turbulen	5,95
Q2 0,01206	0,00056	29959,57	Turbulen	34120,43	Turbulen	13,89	33309,77	Turbulen	10,06
	0,00189	29369,04	Turbulen	33639,96	Turbulen	14,54	32836,62	Turbulen	10,56
	0,00287	28350,54	Turbulen	32478,89	Turbulen	14,56	31537,13	Turbulen	10,10
Q3 0,01307	0,00056	32863,50	Turbulen	35873,90	Turbulen	9,16	35064,64	Turbulen	6,28
	0,00189	32086,37	Turbulen	35474,05	Turbulen	10,56	34614,30	Turbulen	7,30
	0,00287	31087,37	Turbulen	34260,13	Turbulen	10,21	33612,56	Turbulen	7,51

Pada table 2 dapat dilihat bahwa bilangan Reynolds mengalami peningkatan pada aliran tanpa krib menjadi pengaliran menggunakan krib sekitar 14,56 %. Hal ini disebabkan oleh Jari-jari hidrolis (R) yang semakin tinggi pada penggunaan krib dengan kerapatan (ak_1) dikarenakan jarak antar suatu kelompok krib pada kerapatan 1 lebih kecil dibandingkan kerapatan 2 yang membuat luas penampang ikut berubah.



GAMBAR 5 Grafik hubungan variasi S dan Fr



GAMBAR 6 Grafik hubungan variasi S dan Re

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa tingginya kemiringan saluran mempengaruhi besarnya nilai Froude (Fr) yang terjadi dan dapat disimpulkan bahwa kemiringan saluran dengan bilangan Froude berbanding lurus. Semakin tinggi kemiringan saluran maka bilangan Froude yang terjadi akan semakin tinggi, begitu pula ketika kemiringan saluran rendah maka nilai Fr yang terjadi pun akan rendah. Hal ini terjadi dikarenakan kedalaman aliran berbanding lurus dengan bilangan Froude.

Pada gambar 6 menunjukkan bahwa hubungan kemiringan saluran dengan bilangan Reynolds (Re) adalah berbanding terbalik, dimana tingginya kemiringan saluran mempengaruhi turunnys nilai bilangan Re. Semakin tinggi kemiringan saluran maka bilangan Reynolds yang terjadi akan semakin rendah, begitu pula ketika kemiringan saluran rendah maka nilai Re yang terjadi pun akan tinggi. Hal ini disebabkan oleh Perubahan jari-jari hidrolis yang semakin rendah disaat kemiringan saluran semakin tinggi

3.2 | Analisis Angkutan Sedimen Dasar

Dalam menghitung angkutan sedimen dasar dapat digunakan beberapa persamaan diantaranya adalah Meyer-Peter-Muller (MPM), Schoklitsch, Kalinske, Rottner, Einstein, Shield, dan Duboys. Akan tetapi dalam penelitian ini kami hanya akan menggunakan 2 persamaan, yakni Duboys dan Einstein.

Metode einstein memiliki persamaan dengan metode MPM, tetapi metode einstein menggunakan ukuran butiran d35 dan MPM menggunakan ukuran butiran d50. Umumnya penggunaan keeduanya tidak menunjukkan perbedaan yang besar (Soewarno, 2013). Persamaan einstein digunakan untuk menganalisis sedimen dasar sebagai berikut:

$$q_b = \phi \times \sqrt{((\gamma_s - \gamma_w) / \gamma) \cdot g \cdot [d_{35}]^3}$$

TABEL 3 Analisis angkutan sedimen dasar menggunakan metode Einstein

Debit (Q) m ³ /dtk	Kemiringan Saluran (S) %	Metode Einstein		
		Tanpa Krib	Kerapatan Krib (a k1)	Kerapatan Krib (a k2)
Q1	S1 0,00056	0,358	0,448	0,397
Q2		0,398	0,530	0,495
Q3		0,463	0,574	0,526
Q1	S2 0,00189	3,031	3,750	3,471
Q2		3,265	4,350	4,066
Q3		3,651	4,773	4,402
Q1	S3 0,00287	5,034	5,855	5,498
Q2		5,337	6,952	6,504
Q3		5,868	7,564	7,063

Tabel 3 menunjukkan bahwa dengan dibangunnya krib permeable membuat laju angkutan sedimen dasar semakin tinggi. Laju angkutan sedimen dasar tertinggi menggunakan metode Einstein terjadi pada pengaliran $Q_3S_3ak_1$ dengan q_b sebesar $7,564 \text{ m}^3/\text{hari}$. Sedangkan yang terendah ada pada pengaliran tanpa krib Q_1S_1 dengan q_b sebesar $0,358 \text{ m}^3/\text{hari}$

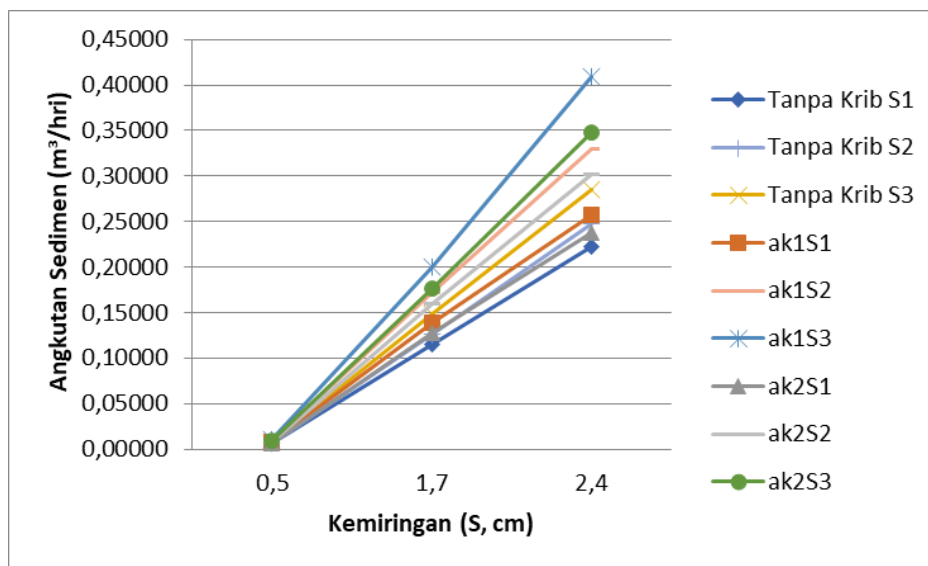
Untuk penggunaan persamaan metode duboys ini berdasarkan dari parameter ukuran partikel rata-rata sedimen dan tegangan gesek kritis. Ukuran partikel ini berkisar $0,1 \text{ mm}$ sampai $0,4 \text{ mm}$ (Soemarto, 1999).

$$q_b = \psi h \tau_0 / \gamma_w \cdot ((\tau_0 - \tau_w) / \gamma_w)$$

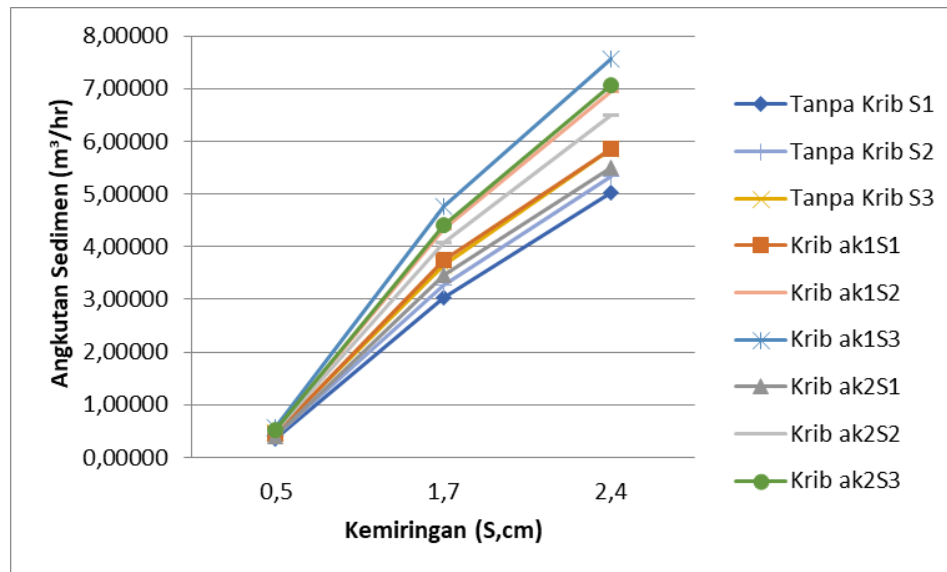
TABEL 4 Analisis angkutan sedimen dasar menggunakan metode Duboys

Debit (Q) m ³ /dtk	Kemiringan Saluran (S) %	Metode Duboys		
		Tanpa Krib	Kerapatan Krib (ak 1)	Kerapatan Krib (ak 2)
Q1	S1 0,00056	0,0058	0,0073	0,0062
Q2		0,0067	0,0088	0,0083
Q3		0,0079	0,0100	0,0088
Q1	S2 0,00189	0,1144	0,1384	0,1271
Q2		0,1268	0,1727	0,1601
Q3		0,1490	0,1997	0,1758
Q1	S3 0,00287	0,2229	0,2573	0,2374
Q2		0,2480	0,3295	0,3022
Q3		0,2850	0,4096	0,3479

Tabel 4 menunjukkan bahwa dengan dibangunnya krib permeable membuat laju angkutan sedimen dasar semakin tinggi. Laju angkutan sedimen dasar tertinggi menggunakan metode Duboys terjadi pada pengaliran $Q_3S_3ak_1$ dengan q_b sebesar $0,4096 \text{ m}^3/\text{hari}$. Sedangkan yang terendah ada pada pengaliran tanpa krib Q_1S_1 dengan q_b sebesar $0,0058 \text{ m}^3/\text{hari}$.



GAMBAR 7. Grafik Hubungan Variasi Ssan Fr



GAMBAR 8 Grafik hubungan variasi S dan gb Duboys

Pada gambar 7 dan 8 dapat dilihat bahwa kemiringan saluran menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya sedimentasi. Dapat disimpulkan bahwa hubungan kemiringan saluran dan laju angkutan sedimen berbanding lurus, dimana semakin tinggi kemiringan saluran maka laju sedimentasi pun akan semakin tinggi begitupun sebaliknya. Hal ini disebabkan oleh perbedaan yang besar pada kemiringan antara hulu dan hilir saluran yang membuat partikel di dasar saluran bergerak lebih cepat dan dipengaruhi juga oleh besarnya debit aliran

4 | KESIMPULAN

Pengaruh krib permeable dapat mengatur pola aliran dan sifat aliran, menurut bilangan Froude (Fr) sifat aliran yang terjadi pada pengaliran tanpa krib berubah sekitar 18% saat dibangun krib permeable dengan kerapatan (ak1) 0,9 cm dari kritis menjadi subkritis. Sedangkan menurut bilangan Reynolds (Re) sifat aliran tetap pada aliran turbulen akan tetapi meningkat sekitar 14,56% dari pengaliran tanpa krib menjadi pengaliran dengan krib kerapatan (ak2) 1,2 cm.

Laju angkutan sedimen dasar tertinggi menggunakan persamaan Einstein didapatkan pada aliran dengan krib Q3S3ak1 sebesar 7,564 m³/hari dan yang terendah ada pada aliran tanpa krib Q₁S₁ sebesar 0,358 m³/hari. Laju angkutan sedimen dasar tertinggi menggunakan persamaan Duboys didapatkan pada aliran dengan krib Q₃S₃ak1 sebesar 0,4096 m³/hari dan yang terendah ada pada aliran tanpa krib Q₁S₁ sebesar 0,0058 m³/hari.

Daftar Pustaka

- Cardini, Ersha Yariati. 2020. "Pengaruh Penempatan Krib Permeabel Dengan Bahan Bambu Terhadap Pola Gerusan Dasar Di Belokan Sungai."
- Hambali, R., & Apriyanti, Y. (2016, December). Studi Karakteristik Sedimen dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng–Kabupaten Bangka Barat. In *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)* (Vol. 4, No. 2, pp. 165-174).
- Hermawan, Anggi, And Erwin Nur Afiato. 2021. "Analisis Angkutan Sedimen Dasar (Bed Load) Pada Saluran Irigasi Mataram Yogyakarta." *Teknisia* 20–30.
- Humairah, A. M. (2014). Analisis Hidrolika Bangunan Krib Permeabel Pada Saluran Tanah (Uji Model Laboratorium) (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Mattotorang, U. H. (2019). Studi Pengaruh Lebar Sungai Terhadap Karakteristik Aliran Sedimen Di Dasar. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 4(1), 77-87.
- Nanda, Abdul Rakhim, Amrullah Mansida, Anita Anita, and Yuyu Sulistiawati. 2019. "Pengaruh Krib Bambu Tipe Permeabel Terhadap Gerusan Tebing Di Belokan Sungai (Studi Eksperimental)." *Teknik Hidro* 12(2):1–10.

- Norhadi, A., Marzuki, A., Wicaksono, L., & Yacob, R. A. (2015). studi debit aliran pada sungai antasan kelurahan sungai andai Banjarmasin Utara. *Poros Teknik*, 7(1).
- Rahim, A. A., Maricar, F., & Pongmanda, S. (2017). Pengaruh Jarak Antar Krib Terhadap Karakteristik Aliran Pada Model Saluran. *Universitas Hasanuddin. Makassar*.
- Rahmat, A. N. (2015). Perencanaan Bangunan Pengarah Aliran (Krib) Pada Sungai Jelarai Kec. Tanjung Selor, Bulungan, Kalimantan Timur. *Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Jurusan Teknik Sipil. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya*.
- Siswanto, Rendy, Kartini Kartini, And Henny Herawati. N.D. "Studi Karakteristik Dan Laju Angkutan Sedimen Parit Langgar Desa Wajok Hilir Kecamatan Siantan Kabupaten Mempawah." *Jelast: Jurnal Pwk, Laut, Sipil, Tambang* 8(2).
- Soemarto, C. D. (1999). Hidrologi Teknik Jilid 2. *Jakarta: Erlangga*.
- Soewarno, A. P. U. (2013). Hidrometri Dan Aplikasi Teknosabo Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air.
- Sosrodarsono, S., & Tominaga, M. (2008). Banjir, Perbaikan dan Pengaturan Sungai. *Jakarta: Pradnya Paramita*, 347.
- Tanjung, M.S., Fatimah, E., & Masimin, M. (2017). "Kajian Perletakan Krib Pada Aliran Sungai Krueng Aceh". *Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 123-136.
- Yuni, C. (2012). Kajian Perubahan Pola Gerusan Tikungan Sungai Akibat Penambahan Debit (Jurnal). *Universitas Hasanuddin. MZ*