



Pengaruh Sedimen terhadap Karakteristik Aliran pada Saluran Terbuka

<u>INFO PENULIS</u>	<u>INFO ARTIKEL</u>
Muhammad Said Universitas Muhammadiyah Makassar mhdsaid.agus21@gmail.com	ISSN: 3026-3603 Vol. 2, No. 2 Oktober 2024 http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst
Annisa Nurhikmah Awaliyah Universitas Muhammadiyah Makassar	
Indriyanti Universitas Muhammadiyah Makassar	
Farida Gaffar Universitas Muhammadiyah Makassar	

© 2024 Arden Jaya Publisher All rights reserved

Saran Penulisan Referensi:

Said, M., Awaliyah, N, A., Indriyanti & Gaffar, F. (2024). Pengaruh Sedimen terhadap Karakteristik Aliran pada Saluran Terbuka. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (2), 302-309.

Abstrak

Identifikasi pengaruh sedimen terhadap karakteristik aliran pada saluran terbuka cukup penting karena saluran terbuka rawan terhadap pengendapan sedimen. Penelitian ini bertujuan untuk membantu memahami pengaruh sedimen terhadap karakteristik aliran pada saluran terbuka berdasarkan perhitungan bilangan Froude (Fr). Jenis penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, karena datanya dikumpulkan. Data penelitian menunjukkan terjadi perubahan kecepatan aliran pada saluran, dimana aliran tanpa sedimen lebih besar dibandingkan aliran menggunakan sedimen. Jadi dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh sedimen dasar terhadap perubahan kecepatan aliran seiring perubahan waktu. dan menunjukkan bahwa seiring berjalannya waktu, karakteristik aliran juga berubah, akibat terkikisnya sedimen dasar saluran. Jadi dapat disimpulkan bahwa sedimen mempengaruhi perubahan karakteristik aliran.

Kata kunci: Sedimen, Karakteristik Aliran, Saluran Terbuka

Abstract

Identifying the influence of sediment on flow characteristics in open channels is quite important because open channels are prone to sediment deposition. This research aims to help understand the influence of sediment on flow characteristics in open channels based on the calculation of the Froude number (Fr). This type of research uses quantitative methods, because the data is collected. Research data shows that there is a change in flow velocity in the channel, where the flow without sediment is greater than the flow using sediment. So it can be concluded that there is an influence of bottom sediment on changes in flow velocity as time changes. and shows that as time changes, the characteristics of the flow also change, due to the erosion of bottom sediment in the channel. So it can be concluded that sediment influences changes in flow characteristics.

Keywords: Sediment, Flow Characteristics, open channels.

A. Pendahuluan

Saluran terbuka adalah saluran alami atau buatan yang memiliki permukaan bebas pada tekanan atmosfer. Saluran terbuka dapat diklasifikasikan berdasarkan asal-usulnya dan konsistensi bentuk penampang dan kemiringan dasar. Sedimen adalah pecahan, mineral atau material organik yang ditransportkan dari berbagai sumber dan diendapkan oleh median udara, angin, atau air dan juga termasuk didalamnya material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia. Ponce (1989) menyebutkan bahwa sedimen adalah produk disintegrasi dan dekomposisi batuan. Sedimen yang terjadi pada saluran terbuka, sungai dan waduk merupakan peristiwa yang sangat kompleks. Aliran air yang mengandung sedimen akan mengendapkan terlebih dahulu butiran kasar (*bed load*) dibandingkan dengan butiran halus (*suspended load*) yang akan terus melayang mengikuti aliran air. Memprediksi perilaku aliran cukup penting. Faktor yang mempengaruhi aliran adalah gaya sentrifugal, ketidakseragaman kecepatan tampang vertikal, tekanan pada potongan, dan gradien tekanan arah radial yang disebabkan oleh kemiringan lateral permukaan air. Hal yang tak kalah penting dari perilaku kecepatan aliran adalah pengaruh sedimen. Mengidentifikasi pengaruh sedimen terhadap karakteristik aliran pada saluran terbuka cukup penting, karena pada saluran terbuka merupakan titik rawan mengendapnya sedimen, sehingga sangat besar pengaruh perubahan karakteristik aliran dengan adanya angkutan sedimen.

Saluran terbuka merupakan saluran yang dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam) variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan debit aliran, dan sebagainya (Triatmodjo, 2015). Sedimen adalah partikel organik dan anorganik yang terakumulasi secara bebas (Edison dkk, 2009). Sedimen didefinisikan secara luas sebagai material yang diendapkan didasar suatu cairan (air dan udara) atau secara sempit sebagai material yang diendapkan oleh air, angin, atau es (Wahyuancol, 2008). Sedimentasi adalah peristiwa pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin. Pada saat pengikisan terjadi, air membawa batuan mengalir kesungai, danau, dan akhirnya sampai di laut. Pada saat kekuatan pengangkutannya berkurang atau habis, batuan diendapkan di daerah aliran air (Anwas, 1994). Faktor-faktor tersebut selalu berubah secara terus menerus sejalan dengan kondisi curah hujan yang terjadi.

Proses pengangkutan sedimen dan pengendapannya tidak hanya tergantung dari sifat-sifat aliran tetapi juga tergantung pada sifat-sifat sedimen itu sendiri (Priyantoro, 1987). Sedimentasi menurut (Manan 1979) merupakan akibat adanya erosi dan memberikan banyak dampak yaitu : pertama, di sungai, pengendapan sedimen di dasar sungai yang menyebabkan naiknya dasar sungai, kemudian menyebabkan tingginya permukaan air sehingga mengakibatkan banjir yang menimpa lahan-lahan tidak dilindungi (*unprotected land*). Hal tersebut di atas dapat pula mengakibatkan aliran mengering dan mencari aliran baru, yang kedua, jika saluran irigasi atau saluran pelayanan dialiri oleh air yang penuh sedimen akan terjadi pengendapan sedimen dari dasar saluran dan sudah tentu diperlukan biaya yang cukup besar untuk pengerukan sedimen tersebut. Sehingga pada keadaan tertentu pengerukan sedimen menyebabkan terhentinya operasi saluran.

Pengendapan sedimen di waduk-waduk, akan mengurangi volume efektif, yang ketiga, sebagian besar jumlah sedimen dialirkan oleh waduk adalah sedimen yang dialirkan oleh sungai-sungai yang mengalir ke dalam waduk, hanya sebagian saja yang berasal dari longoran tebing-tebing waduk atau yang berasal dari penggerusan tebing-tebing waduk oleh limpasan permukaan, dan yang terakhir bendungan atau pintu-pintu air, yang menyebabkan kesulitan dalam mengoperasikan pintu-pintu tersebut juga karena pembentukan pulau-pulau pasir (*sand bars*) di sebelah hulu bendungan atau pintu air akan mengganggu aliran yang melalui bendungan atau pintu air. Analisa angkutan sedimen ini yaitu ketika debit air rata-rata, perjam, atau harian diketahui maka laju angkutan muatan sedimen layang ialah (Diirektorat Jendral Sumber Daya Air, 2009).

$$Q = 3,6.C.Q_w \dots \dots \dots (1)$$

Aliran air dalam suatu saluran berdasarkan tekanan muka air dapat berupa aliran saluran terbuka (*open channel flow*) maupun aliran pipa (*pipe flow*). Kedua jenis aliran tersebut sama dalam banyak hal, namun berbeda dalam satu hal yang penting. Aliran saluran terbuka harus memiliki permukaan bebas (*free surface*) yang dipengaruhi oleh tekanan udara atau disebut juga tekanan atmosfer kecuali oleh tekanan hidrolik, sedangkan aliran pipa tidak demikian, karena air harus mengisi seluruh saluran (Chow, 1985). Penyempitan pada saluran terbuka

menyebabkan ketinggian, kecepatan dan energi pada aliran berubah (Harianja dan Gunawan, 2007). Perubahan energi aliran tersebut akan berpengaruh pada kelancaran aliran dalam saluran yang pada gilirannya dapat terganggu distribusi air yang dapat merugikan (Prasetyo, 2017). Karakteristik aliran pada belokan saluran terbuka yaitu kecepatan aliran mengalami percepatan dan perlambatan ketika melalui belokan (Purnama dkk, 2018).

Nilai kecepatan aliran yang bervariasi akan mempengaruhi nilai debit aliran disuatu saluran terbuka (Norhadi dkk, 2017). Saluran terbuka yaitu dipengaruhi oleh tekanan atmosfer pada permukaan air yang merata pada seluruh titik di sepanjang saluran (Triatmojo, 1993: 103). Pada daerah kelengkungan saluran, garis-garis aliran sangat jelas dan tidak beraturan, namun adanya kecepatan sekunder juga menimbulkan aliran terjerat sepanjang aliran, yang disebut aliran heliks (helikoid). Hal ini menciptakan gradien lateral pada permukaan air (Rozovskii, 1984: 5). Perhitungan aliran di sungai sering memakai anggapan bahwa aliran dalam keadaan seragam (Chow, 1988), walaupun dalam prakteknya aliran sungai dan saluran alam aliran jarang terjadi seragam secara mutlak.

Penelitian ini bertujuan untuk membantu dalam memahami pengaruh sedimen terhadap karakteristik aliran pada saluran terbuka dengan berdasarkan perhitungan bilangan *Froude* (*Fr*).

B. Metodologi

a. Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan dilaboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Dengan melakukan pelaksanaan penelitian dan pengelolaan data.

b. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif karena data yang berupa angka sebagai alat untuk menganalisis hal-hal yang ingin diketahui. Penelitian ini merupakan proses pengumpulan data mentah yang diperoleh dari hasil percobaan pada laboratorium.

c. Teknik Analisa Data

Data yang dipakai dalam penelitian ini antara lain, Kecepatan aliran (V), tinggi permukaan aliran (h), waktu (t), panjang saluran (L), dan lebar saluran (b) didapatkan dengan cara pengukuran secara langsung pada saluran flume.

d. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan saat penelitian, yaitu saluran Flume digunakan sebagai tempat aliran, pompa air digunakan untuk mendorong aliran, current meter digunakan untuk mengukur kecepatan arus air di dalam suatu sungai atau badan air, stop watch digunakan untuk menghitung waktu aliran, kamera untuk pengambilan dokumentasi penelitian, dan terakhir tabel data untuk mencatat hasil penelitian. Adapun bahan yang digunakan saat penelitian yaitu: air, bak air dan sampel sedimen dasar (Pasir).

e. Variabel Bebas

Variabel bebas yaitu variabel penyebab diantaranya adalah: kecepatan aliran (V), waktu (t), tinggi muka air (h), panjang saluran (L), lebar saluran (b), dan sedimen Dasar (Pasir).

f. Variabel Terikat

Variabel terikat terdiri dari L : luas Penampang Saluran (A), kemiringan Saluran (I), debit (Q), dan bilangan *Froude* (Fr).

g. Tahapan Penelitian

Adapun tahap-tahap yang dapat dilakukan pada penelitian ini dalam memandu penulis agar lebih terarah yaitu menyiapkan sampel sedimen yang akan digunakan dalam penelitian, kemudian membuat pemodelan belokan didalam saluran flume, selanjutnya meletakkan sampel sedimen pada saluran Flume, lalu nyalakan pompa air dan buka kran, kemudian lakukan proses pengambilan data, ukur kecepatan aliran dan kedalaman aliran saat mengalir, catat data-data penelitian yang diperlukan, kemudian analisis data dari hasil penelitian laboratorium yang dilakukan, terakhir lakukan percobaan secara berulang dengan membedakan bukaan kran.



Gambar 1. Bagan Penelitian Flowchart

C. Hasil dan Pembahasan

Pertama-tama pada penelitian ini, debit awal aliran dibedakan menjadi tiga debit aliran, yaitu: Q1, Q2, dan Q3. Karena mercu saluran yang digunakan berbentuk segitiga maka perhitungan debit aliran menggunakan persamaan Thompson

$$Q = 8/15 \times Cd \ Tg \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \ H^{5/2}$$

Dik : $\alpha = 90^\circ$

Cd = 0.6

H1 = 5 cm = 0.05 m

H2 = 10 cm = 0.10 m

H3 = 15 cm = 0.15 m

Sehingga hasil analisi untuk debit awal aliran sebagai berikut

$$\begin{aligned} Q1 &= 8/15 \times Cd \ Tg \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \cdot H1^{5/2} \\ &= 8/15 \times Cd \ Tg \frac{90^\circ}{2} \sqrt{2 \times 9.81} \times 0.05^{5/2} \\ &= 1.417 \times 0.05^{5/2} \\ &= 0.00079 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q2 &= 8/15 \times Cd \ Tg \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} \cdot H2^{5/2} \\ &= 8/15 \times Cd \ Tg \frac{90^\circ}{2} \sqrt{2 \times 9.81} \times 0.10^{5/2} \\ &= 1.417 \times 0.10^{5/2} \\ &= 0.00453 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui kecepatan aliran, terlebih dahulu perlu diketahui nilai tinggi muka air, waktu, panjang saluran air pada setiap percobaan yang diperoleh dari hasil penelitian ini, dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengambilan Data Pengukuran

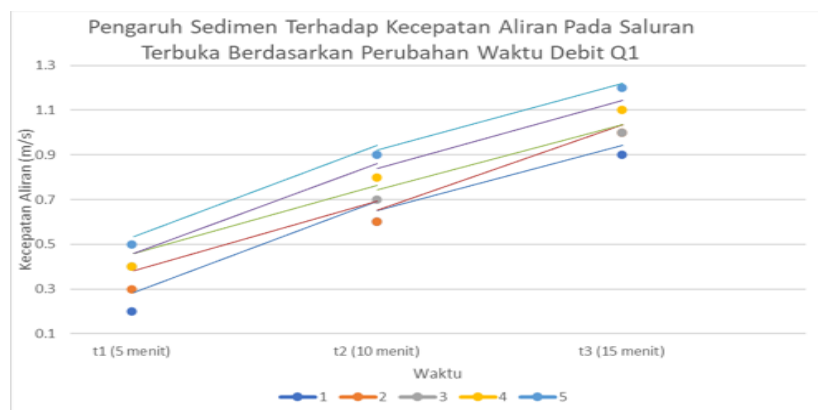
Debit	Waktu	Titik Pengukuran	Kecepatan (V)	Tinggi Muka Air (h)	Panjang Saluran (L)	Lebar Saluran (b)
	5	1	0.2	0.021	3	0.278
		2	0.3	0.022	3	0.272
		3	0.4	0.022	3	0.267
		4	0.4	0.023	3	0.258

Q1 (0.00079 m ³ /s)	10	5	0.5	0.024	3	0.258
		1	0.6	0.024	3	0.278
		2	0.6	0.025	3	0.272
		3	0.7	0.026	3	0.267
		4	0.8	0.027	3	0.258
	15	5	0.9	0.028	3	0.258
		1	0.9	0.029	3	0.278
		2	1.0	0.030	3	0.272
		3	1.0	0.031	3	0.267
		4	1.1	0.031	3	0.258
	5	5	1.2	0.032	3	0.258
		1	0.4	0.024	3	0.282
		2	0.5	0.025	3	0.279
		3	0.6	0.025	3	0.273
		4	0.7	0.026	3	0.262
Q2 (0.00453 m ³ /s)	10	5	0.8	0.027	3	0.263
		1	0.9	0.028	3	0.282
		2	0.9	0.029	3	0.279
		3	1.0	0.030	3	0.273
		4	1.1	0.031	3	0.262
	15	5	1.2	0.031	3	0.263
		1	1.1	0.032	3	0.282
		2	1.2	0.033	3	0.279
		3	1.2	0.033	3	0.273
		4	1.3	0.034	3	0.262
		5	1.4	0.035	3	0.263

Pengaruh sedimen dasar terhadap kecepatan aliran merupakan perubahan kecepatan aliran yang diakibatkan dengan sedimen seperti yang dilihat pada tabel dan gambar dibawah:

Tabel 2. Pengaruh Sedimen Dasar Terhadap Perubahan Kecepatan Aliran Pada Saluran Terbuka Berdasarkan Perubahan Waktu Pada Debit Q1

Debit	Titik Pengukuran	t1 (5 menit)	Waktu t2 (10 menit)	t3 (15 menit)
Q1 (0.00079 m ³ /s)	1	0.2	0.6	0.9
	2	0.3	0.6	1
	3	0.4	0.7	1
	4	0.4	0.8	1.1
	5	0.5	0.9	1.2

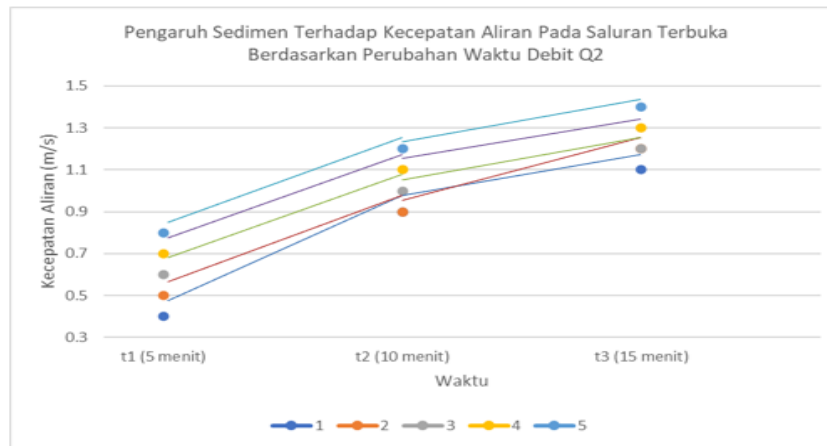


Gambar 2. Pengaruh Sedimen Terhadap Kecepatan Aliran Pada Saluran Terbuka Berdasarkan Perubahan Waktu Debit Q1

Berdasarkan tabel dan gambar diatas menunjukkan hasil pengukuran kecepatan aliran pada saluran untuk waktu t1 dimana $V = 0.2$, t2 dimana $V = 0.6$ sedangkan t3 dimana $V = 0.9$.

Tabel 3. Pengaruh Sedimen Dasar Terhadap Perubahan Kecepatan Aliran Pada Saluran Terbuka Berdasarkan Perubahan Waktu Pada Debit Q2

Debit	Titik Pengukuran	t1 (5 menit)	Waktu t2 (10 menit)	t3 (15 menit)
Q1 (0.00453 m ³ /s)	1	0.4	0.9	1.1
	2	0.5	0.9	1.2
	3	0.6	1	1.2
	4	0.7	1.1	1.3
	5	0.8	1.2	1.4



Gambar 3. Pengaruh Sedimen Terhadap Kecepatan Aliran Pada Saluran Terbuka Berdasarkan Perubahan Waktu Debit Q2

Berdasarkan tabel dan gambar diatas menunjukkan hasil pengukuran kecepatan aliran pada saluran untuk waktu t1 dimana $V = 0.4$, t2 dimana $V = 0.9$ sedangkan t3 dimana $V = 1.1$. Perubahan karakteristik aliran berdasarkan bilangan Froude (Fr) merupakan bentuk perubahan karakteristik aliran diakibatkan dengan adanya perbedaan debit aliran dan sedimen dasar aliran sesuai pada BAB II Hal 27 dimana untuk aliran Subkritik ($Fr < 1.0$), aliran Kritik ($Fr = 1.0$), dan aliran Superkritik ($Fr > 1.0$), seperti pada tabel dan gambar dibawah. Analisis Karakteristik Aliran Berdasarkan Bilangan Froude (Fr).

a. Kecepatan Aliran (V)

Kecepatan Aliran diukur secara langsung dengan menggunakan alat ukur *currentmeter* dimana hasil dari pengukuran percobaan pertama yaitu $V = 0.8$ m/s.

b. Tinggi Muka Air (h)

Tinggi Muka Air diukur secara langsung menggunakan alat ukur mistar dimana hasil pengukuran percobaan pertama yaitu

$$h = 2.6 \text{ cm}$$

$$h = 2.6 \text{ cm} / 100$$

$$h = 0.026 \text{ m}$$

c. Bilangan Froude

Bilangan Froude dapat dihitung berdasarkan persamaan 13 pada bab II,

$$Fr = \frac{0.8}{\sqrt{9.81 \times 0.026}} = 1.58$$

Sehingga karakteristik aliran yang terjadi Superkritik. Untuk

Perhitungan Selanjutnya dapat dilihata pada tabel berikut:

Tabel 4. Karakteristik Aliran Berdasarkan Bilangan Froude

Debit	Waktu	Titik Pengukuran	Kecepatan (V)	Tinggi Muka Air (h)	Panjang Saluran (L)	Lebar Saluran (b)	Bilangan Froude	Keterangan
	5	1	0.2	0.021	3	0.278	0.44	Subkritik
		2	0.3	0.022	3	0.272	0.65	Subkritik
		3	0.4	0.022	3	0.267	0.86	Subkritik
		4	0.4	0.023	3	0.258	0.84	Subkritik

		5	0.5	0.024	3	0.258	1.03	Superkritik
		1	0.6	0.024	3	0.278	1.24	Superkritik
		2	0.6	0.025	3	0.272	1.21	Superkritik
Q1	10	3	0.7	0.026	3	0.267	1.39	Superkritik
(0.0007		4	0.8	0.027	3	0.258	1.55	Superkritik
9		5	0.9	0.028	3	0.258	1.72	Superkritik
m3/s)		1	0.9	0.029	3	0.278	1.69	Superkritik
		2	1.0	0.030	3	0.272	1.84	Superkritik
	15	3	1.0	0.031	3	0.267	1.81	Superkritik
		4	1.1	0.031	3	0.258	1.99	Superkritik
		5	1.2	0.032	3	0.258	2.14	Superkritik
		1	0.4	0.024	3	0.282	0.76	Subkritik
		2	0.5	0.025	3	0.279	0.92	Subkritik
	5	3	0.6	0.025	3	0.273	1.09	Superkritik
		4	0.7	0.026	3	0.262	1.23	Superkritik
		5	0.8	0.027	3	0.263	1.39	Superkritik
		1	0.9	0.028	3	0.282	1.54	Superkritik
		2	0.9	0.029	3	0.279	1.49	Superkritik
Q2	10	3	1.0	0.030	3	0.273	1.64	Superkritik
(0.0045		4	1.1	0.031	3	0.262	1.78	Superkritik
3		5	1.2	0.031	3	0.263	1.94	Superkritik
m3/s)		1	1.1	0.032	3	0.282	1.73	Superkritik
		2	1.2	0.033	3	0.279	1.87	Superkritik
	15	3	1.2	0.033	3	0.273	1.87	Superkritik
		4	1.3	0.034	3	0.262	2.00	Superkritik
		5	1.4	0.035	3	0.263	2.11	Superkritik

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan hasil analisis karakteristik aliran berdasarkan bilangan Froude (Fr) pada percobaan pertama yaitu $Fr = 0.44$ sehingga karakteristik aliran yang terjadi Subkritik, namun seiring berjalannya waktu karakteristik aliran mengalami perubahan sehingga berubah menjadi karakteristik aliran superkritik.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa adanya perubahan kecepatan aliran pada saluran yang terjadi, dimana aliran tanpa adanya sedimen lebih besar dibanding aliran yang menggunakan sedimen. Sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya pengaruh sedimen dasar terhadap perubahan kecepatan aliran seiring berubahnya waktu. Dan seiring berubahnya waktu maka karakteristik aliran pun berubah, akibat tergerusnya sedimen dasar pada saluran. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sedimen mempengaruhi perubahan karakteristik aliran.

Adapun saran berdasarkan pengambilan data yang harus dilakukan secara akurat. Selain karena faktor alat yang digunakan, pengambilan data secara berulang-ulang juga dapat meningkatkan keakuratan data penelitian. Terlebih pada data yang sangat dibutuhkan seperti waktu lintasan bola pимpong (t), tinggi muka air (h) dan kecepatan (v). Saat menggunakan alat penelitian, perlu dilakukan pengecekan ulang untuk memastikan alat yang akan digunakan dapat berfungsi dengan baik. Untuk penelitian mengenai kecepatan aliran alat yang paling utama digunakan adalah flume, pompa air, dan lain-lainnya yang dibutuhkan saat penelitian.

E. Referensi

- Anwas, O. (1994). Bentuk Muka Bumi Geografi Kelas Satu. *Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan*.
- Bathara, L. (2013). Karakteristik dan potensi sedimen di Muara Sungai Kampar. *Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 7(2), 11-22.
- Chow, V. T. (1985). Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics). *Jakarta: Erlangga*.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air 2009, Kementerian PUPR.
- Harianja, J. A., & Gunawan, S. (2007). Tinjauan energi spesifik akibat penyempitan pada saluran

terbuka. *Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UKRIM Yogyakarta. Majalah Ilmiah UKRIM Edisi, 1*, 30-46.

Manan, S. (1979). Pengaruh Hutan dan Manajemen Daerah Aliran Sungai. *Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor*.

Priyantoro, D. (1987). Teknik Pengangkutan Sedimen. *Malang: Fakultas Teknik Brawijaya*.

Purnama, A., & Nuraini, E. (2017). Karakteristik Aliran Pada Belokan Saluran Terbuka.

Rozovskii, I. L. V. (1957). Flow of water in bends of open channels.

Triatmodjo, B. (2015). Hidrologi Terapan Edisi Kelima. *Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta*.

Wahyuancol 2008. Sedimen dan Sedimentasi.