

ANALISA SEDIMEN TRANSPORT PADA MODEL SALURAN TERBUKA (*Studi Laboratorium*)

Firdaus Habibi Siregar¹⁾, Sahrul Harahap²⁾, Izhary Siregar³⁾

[email : f.habibisrg@gmail.com](mailto:f.habibisrg@gmail.com)

- 1) Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan
- 2) Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan
- 3) Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan

Abstrak

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk. Hasil sedimen (sediment yield) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Penelitian tentang laju sedimentasi telah banyak dilakukan oleh berbagai peneliti, baik secara langsung di lapangan maupun dalam skala laboratorium. Namun, secara umum sedimen yang dikaji adalah sedimen secara keseluruhan atau lebih dikenal dengan sedimen suspensi, dimana sedimen tersebut sudah terdiri dari berbagai material seperti: tanah, kayu-kayuan, pasir, kerikil/bebatuan, dan lain-lain. Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan memisahkan jenis dari sedimen-sedimen tersebut. Material sedimen yang menjadi sampel uji adalah pasir, kerikil, dan tanah. Ketiga jenis sedimen ini diuji dengan bantuan alat hydrolic testing yang ada di Laboratorium Teknik Sipil UGN guna mengetahui laju sedimentasinya. Dari data pengujian yang dihasilkan, laju aliran massa sedimen (Q_s) jenis kerikil dan tanah pada bukaan pintu air 100 mm adalah masing-masing sebesar 0,064 kg/s dan 0,072 kg/s. Sementara itu, pada material sedimen pasir memiliki laju aliran sedimen sebesar 0,133 kg/s pada bukaan pintu air yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa material sedimen pasir lebih cepat dan lebih banyak terangkut atau tergeser daripada sedimen kerikil dan tanah.

Kata Kunci : Karakteristik aliran, saluran terbuka, laju aliran sedimen.

1.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Debit air yang mengalir pada suatu penampang terbuka lebih mudah diamati dibanding debit pada penampang tertutup, namun untuk beberapa analisa justru sebaliknya. Debit air merupakan kecepatan aliran zat cair per satuan waktu. Debit juga didefinisikan sebagai hasil perkalian antara kecepatan dengan luas penampang. Semakin besar kecepatan dan luas penampang maka akan semakin besar pula debit yang dihasilkan. Kecepatan itu sendiri adalah besarnya jarak yang ditempuh per satuan waktu.

Fenomena bentuk dasar (bedforms) pada sungai sering kita jumpai dalam morfologi sungai. Bentuk dasar ini terjadi disebabkan oleh aliran (flow induced) dan pengaruh kekasaran dasar (roughness). Akibat dari perubahan volume angkutan sungai dapat menyebabkan

bentuk dasar sungai berubah-ubah. Angkutan sedimen dasar (bed load) terjadi dipengaruhi oleh kondisi aliran meliputi debit aliran, kemiringan dasar saluran, serta variasi komposisi sedimen dasar.

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk. Hasil sedimen (sediment yield) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu.

Proses erosi terdiri atas tiga bagian yaitu: pengelupasan (detachment), pengangkutan (transportation), dan pengendapan (sedimentation) (Asdak, 2014). Suatu aliran dalam saluran dapat mengalami

percepatan dari aliran subkritis ke kritis dan ke superkritis, lalu kembali lagi ke aliran subkritis melalui semacam kejut normal yang disebut loncatan hidrolik air (Frank M, White, 1998).

Penelitian tentang transportasi sedimen sangat penting dalam perkembangan pengetahuan teknik irigasi dan bendungan, karena berhubungan dengan proses sedimentasi, erosi, hingga perubahan morfologi dasar. Transportasi sedimen dasar sangat dipengaruhi oleh tegangan geser dasar dan tingkat kekasaran dasar di daerah tersebut (Rasmawati, 2019). Dari beberapa usulan transportasi sedimen dasar, masih jarang yang menerapkan formula tersebut untuk kondisi di lapangan. Pengumpulan data lapangan yang sesuai dengan parameter input dalam perhitungan menjadi salah satu kendala, sehingga penerapan formula masih jarang digunakan. Dari permasalahan ini kemudian banyak dilakukan penelitian dengan membandingkan data lapangan yaitu dengan membandingkan hasil perhitungan dari distribusi transportasi sedimen dengan data pengukuran (survey). Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh transportasi sedimen yang dilakukan secara eksperimental terhadap kecepatan aliran dan perubahan bentuk dasar (bedforms) saluran terbuka pada kondisi kritis dan superkritis dengan debit aliran. Adapun jenis sedimen yang akan di uji adalah pasir, tanah, dan kerikil dalam massa atau jumlah tertentu.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pada uraian diatas, maka permasalahan dalam penelitian ini adalah meninjau karakteristik sedimen yang ada pada daerah dasar saluran atau downstream alat uji saluran terbuka di Laboratorium Teknik Sipil UGN.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk menjelaskan karakteristik aliran yang melewati sedimen yang ada pada dasar saluran secara eksperimental. Adapun tujuan dari penelitian ini secara khusus adalah:

1. Mengetahui kondisi karakteristik aliran terhadap muatan sedimen pada dasar saluran melalui jenis, berat jenis, dan ukuran butir sedimen.
2. Mengetahui pengaruh debit air terhadap debit sedimen pada daerah dasar saluran atau downstream.

3. Untuk mengetahui pengaruh variasi debit aliran terhadap pergeseran atau pergerakan dari jenis sedimen di dasar saluran. Sedimen yang digunakan adalah pasir, tanah, dan kerikil dengan massa dan jumlah tertentu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Saluran terbuka dan sungai alluvial yang mempunyai sedimen dasar berupa material granuler akan mengalami transportasi (perpindahan) sedimen secara individu disebabkan oleh kecepatan aliran yang tinggi. Perubahan kecepatan aliran baik secara alamiah (musim hujan dan kemarau) atau buatan akibat aktivitas manusia akan berpengaruh besar pada angkutan sedimen. Transport sedimen akan mengakibatkan erosi dan deposisi pada dasar saluran. Transport sedimen juga didefinisikan sebagai perpindahan tempat neto sedimen yang melalui suatu tampang lintang selama periode waktu tertentu. Banyaknya transport sedimen dinyatakan dalam (berat, massa, volume) per satuan waktu (N/det; kg/det; m³/det).

Secara prinsip sipil aliran pada saluran terbuka adalah sesuatu jenis aliran yang memiliki permukaan bebas (free surface), dan cenderung fluktuatif sesuai kondisi ruang dan waktu, hal inilah yang biasanya menyebabkan kesulitan dalam memperoleh data yang akurat. Mengenai aliran pada saluran terbuka dapat dibedakan menurut asalnya menjadi dua macam saluran yaitu: saluran alam (natural channels) dan saluran buatan (artificial channels). Kondisi aliran dalam saluran terbuka yang rumit berdasarkan kenyataan bahwa kedudukan permukaan bebas cenderung berubah sesuai dengan ruang dan waktu, seperti kedalaman aliran, debit dan kemiringan dasar semuanya saling berhubungan satu sama lain. Untuk memudahkan dan memprediksi transport sedimen pada pekerjaan konstruksi sipil pada sungai dan muara maka digunakan berbagai formulasi yang dikembangkan dari hasil eksperimen di lapangan dan laboratorium. Walaupun menghitung transport sedimen mempunyai akurasi yang kurang baik hal ini disebabkan karena:

1. Interaksi antara pergerakan air dan transport sedimen sangat kompleks dan sulit untuk dideskripsikan dengan formulasi matematik.
2. Karena pengukuran transport sedimen mempunyai akurasi yang kurang baik

maka formulasi (rumus) yang ada tidak dapat dijadikan acuan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, peralatan pengujian yang digunakan adalah hydrolic testing dengan geometri panjang saluran = 460 cm, lebar = 19 cm dan tinggi = 25 cm. Bahan dasar pembuatan flume saluran adalah kaca dengan ketebalan 5 mm dengan dua buah saluran, yaitu saluran pengujian dan saluran penenang. Untuk melaksanakan penelitian ini, ada beberapa tahapan yang akan dilakukan untuk mewujudkan

tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya dengan menggunakan kajian secara eksperimental. Sampel sedimen pada penelitian ini adalah material pasir, tanah dan kerikil yang ditabur pada alat hydrolic testing dengan berat 100 gram untuk masing-masing sedimen. Khusus untuk kerikil, sebelum penaburan ditentukan ukuran yang memiliki diameter 5 mm/ 0,5 cm. Kemudian sampel sedimen ditabur pada daerah luasan uji sepanjang 20 cm di dalam flume dengan ketebalan / tinggi sedimen 1 cm. Sampel sedimen uji ditaburkan pada luasan uji yang telah ditentukan pada flume saluran



Gambar 3.1 Hydrolic Testing

Sebelum penaburan, sampel sedimen ditimbang terlebih dahulu dengan berat yang sama untuk setiap sampel uji yaitu seberat 100 gram (0,1 kg). Penentuan pemilihan jenis sedimen didasarkan pada penelitian sebelumnya yang sudah banyak menggunakan pasir kohesif dan non kohesif. Dan untuk ukuran serta berat sedimen, disesuaikan dengan debit aliran air yang menjadi acuannya. Karena apabila terlalu banyak dan berat sedimennya terlalu berlebihan, dikhawatirkan air tidak akan mampu untuk menggeser sedimen dan hasil penelitian pun tidak akan maksimal. Pengukuran transport sedimen dilakukan dengan membuka pintu air dan amati pergeseran sedimen uji hingga seluruhnya melewati batas luasan uji yang ditentukan. Pada saat yang bersamaan catat waktu yang dibutuhkan dalam pergeseran tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Debit Aliran Dan Laju Sedimentasi Kerikil

Pengukuran kecepatan aliran dilakukan dengan menggunakan alat ukur currentmeter yang diletakkan dibelakang sebelum material sedimen. Hal ini dilakukan guna mengetahui seberapa sebesar kecepatan aliran untuk menggeser sedimen tersebut dari luasan uji. Pada setiap pengukuran kecepatan aliran bukaan pintu air divariasikan dari bukaan 10 mm sampai dengan 100 mm dengan kenaikan per 10 mm. Hasil dari pengujian ini dapat ditunjukkan pada Tabel 4.1. dibawah ini.

Tabel 4.1 Analisa Debit Aliran Dan Laju Sedimentasi Kerikil

No	Bukaan	Luasan	Kec.	Waktu	Qair	Bilangan	Qs
	Pintu Air	Basah A	Aliran V				
	(mm)	(m ²)	(m/s)	(s)	(m ³ /s)	Froude (Fr)	(kg/s)
1	10	0,0019	3,00	15,14	0,006	2,14	0,006
2	20	0,0038	3,45	12,26	0,013	2,46	0,008
3	30	0,0057	3,50	9,38	0,020	2,50	0,010
4	40	0,0076	3,60	6,05	0,027	2,57	0,016
5	50	0,0095	3,85	4,75	0,037	2,75	0,021
6	60	0,0114	4,00	3,9	0,046	2,86	0,025
7	70	0,0133	4,15	2,8	0,055	2,96	0,035
8	80	0,0152	4,60	2,35	0,070	3,29	0,042
9	90	0,0171	4,70	1,79	0,080	3,35	0,055
10	100	0,0190	4,80	1,55	0,091	3,42	0,064

Sumber: Hasil Penelitian

1. Luasan basah

Luasan basah (A) adalah luas penampang melintang aliran yang tegak lurus dengan arah aliran.

Untuk mengetahui luasan basah pada percobaan pertama (10mm), maka:

$$\begin{aligned} \text{Luasan Basah} &= \text{Bukaan Pintu Air} \times \text{Lebar Saluran Dalam} \\ &= 10 \text{ mm} \times 19 \text{ cm} \\ &= 10 \text{ mm} \times 190 \text{ mm} = 1900 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$1900 \text{ mm}^2 = 1900 : 1 \times 10^6$$

$$\text{Luasan Basah (A)} = 0,0019 \text{ m}^2$$

2. Kecepatan aliran

Kecepatan aliran (V) diukur secara langsung dengan menggunakan alat ukur *currentmeter/ flowmeter* dimana akan menampilkan angka minimum dan maksimum, kemudian dibagi dengan dua. Untuk mengetahui kecepatan aliran pada percobaan pertama (10mm), maka:

$$\begin{aligned} \text{Kec. Aliran (V)} \\ \frac{2,8 + 3,2}{2} = 3 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Begitu seterusnya sampai percobaan bukaan pintu 100 mm.

3. Waktu

Dengan menggunakan stopwatch maka dapat diketahui waktu (s) yang dibutuhkan mulai saat sedimen bergeser dari luasan uji hingga meninggalkan daerah luasan uji. Pada percobaan pertama (10mm), maka:

$$\text{Waktu} = 15,14 \text{ s.}$$

Begitu seterusnya sampai percobaan bukaan pintu 100 mm.

4. Debit aliran air

Debit aliran air (Qair) adalah volume air yang mengalir melalui penampang tiap satuan waktu. Untuk mengetahui debit aliran air pada percobaan pertama (10mm), maka: $Q_{air} = V.A$

$$3 \text{ m/s} \times 0,0019 \text{ m}^2 \quad Q_{air} = 0,006 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.2 Analisa Debit Aliran Dan Laju Sedimentasi Tanah

Pada tabel 4.2. dibawah diperlihatkan bahwa bukaan pintu air yang diperlebar memicu peningkatan debit aliran, dan berbanding terbalik dengan waktu yang dibutuhkan untuk menggeser sedimen dari luasan uji. Debit air yang tinggi akan mempercepat terjadinya pergeseran sedimen. Jika dibandingkan dengan data sebelumnya, laju aliran massa sedimen jenis kerikil (Qs) pada bukaan pintu air 100 mm adalah sebesar 0,064 kg/s, sementara itu variabel Qs pada material sedimen tanah adalah 0,072 kg/s. Hal ini membuktikan bahwa material sedimen tanah lebih cepat dan lebih banyak terangkut atau tergeser daripada sedimen kerikil. Jika dikaji secara berat ataupun massa sedimen yang digunakan pada pengujian ini adalah sama, yaitu 100 gram (0,1 kg). Namun bila dianalisa secara molekuler, sedimen jenis kerikil ini tentunya memiliki kerapatan molekul yang lebih tinggi dibandingkan material sedimen tanah. Dengan demikian, material tanah lebih mudah bergeser dibandingkan dengan kerikil diakibatkan susunan molekulnya lebih renggang.

Tabel 4.2 Analisa Debit Aliran Dan Laju Sedimentasi Tanah

No	Bukaan	Luasan	Kec.	Waktu	Qair	Bilangan	Qs
	Pintu Air	Basah A	Aliran V				
	(mm)	(m ²)	(m/s)	(s)	(m ³ /s)	Froude (Fr)	(kg/s)
1	10	0,0019	1,85	8,41	0,004	1,32	0,011
2	20	0,0038	2,80	7,71	0,011	2	0,012
3	30	0,0057	2,90	6,94	0,017	2,07	0,014
4	40	0,0076	3,11	5,88	0,024	2,22	0,017
5	50	0,0095	3,15	4,43	0,031	2,24	0,022
6	60	0,0114	3,20	3,45	0,039	2,29	0,028
7	70	0,0133	3,30	3,11	0,047	2,36	0,032
8	80	0,0152	3,40	2,34	0,058	2,43	0,042
9	90	0,0171	3,50	2,28	0,053	2,5	0,043
10	100	0,0190	3,80	1,38	0,060	2,71	0,072

Sumber: Hasil Penelitian

4.3 Analisa Debit Aliran Dan Laju Sedimentasi Pasir

Hasil pengujian debit aliran air terhadap laju sedimentasi pada sedimen jenis pasir dapat ditunjukkan pada Tabel 4.3. dibawah ini.

Tabel 4.3 Analisa Debit Aliran Dan Laju Sedimentasi Pasir

No	Bukaan	Luasan	Kec.	Waktu	Qair	Bilangan	Qs
	Pintu Air	Basah A	Aliran V				
	(mm)	(m ²)	(m/s)	(s)	(m ³ /s)	Froude (Fr)	(kg/s)
1	10	0,0019	2,45	5,41	0,005	1,75	0,0184
2	20	0,0038	2,55	4,73	0,012	1,82	0,0211
3	30	0,0057	2,75	3,15	0,017	1,96	0,0317
4	40	0,0076	2,80	2,89	0,021	2,00	0,0346
5	50	0,0095	2,95	2,43	0,029	2,11	0,0411
6	60	0,0114	3,00	1,81	0,035	2,14	0,0552
7	70	0,0133	3,05	1,50	0,039	2,18	0,0666
8	80	0,0152	3,05	1,20	0,042	2,18	0,0833
9	90	0,0171	3,10	0,91	0,050	2,21	0,1098
10	100	0,0190	3,25	0,75	0,048	2,32	0,1333

Sumber: Hasil Penelitian

Melalui data pengujian yang ditunjukkan Tabel 4.3. diatas diperlihatkan bahwa bukaan pintu air yang diperlebar memicu peningkatan debit aliran, dan berbanding terbalik dengan waktu yang dibutuhkan untuk menggeser sedimen dari luasan uji. Analisa perbandingan dari data sebelumnya (Tabel 4.1. dan Tabel 4.2.) laju aliran massa sedimen (Qs) jenis kerikil dan tanah pada bukaan pintu air 100 m adalah masing-masing sebesar 0,064 kg/s dan 0,072 kg/s.

Sementara itu, pada material sedimen pasir memiliki laju aliran sedimen sebesar 0,133 kg/s pada bukaan pintu air yang sama. Fenomena ini membuktikan bahwa material sedimen pasir lebih cepat dan lebih banyak terangkut atau tergeser daripada sedimen kerikil dan tanah. Jika dikaji secara berat sedimen yang digunakan pada pengujian ini adalah sama, yaitu

100 gram (0,1 kg). Namun bila dianalisa secara molekuler, sedimen jenis kerikil ini tentunya memiliki kerapatan molekul yang lebih tinggi dibandingkan material sedimen tanah. Dengan demikian, material pasir lebih mudah bergeser dibandingkan dengan kerikil dan tanah diakibatkan susunan molekulnya lebih renggang.

1. Luasan basah

Luasan basah (A) adalah luas penampang melintang aliran yang tegak lurus dengan arah aliran.

Untuk mengetahui luasan basah pada percobaan pertama (10mm), maka:

Luasan basah

= Bukaan Pintu Air x Lebar Saluran Dalam
 10 mm x 19 cm

10 mm x 190 mm = 1900 mm²

1900 mm² = 1900 : 1 x 106

Luasan Basah (A) = 0,0019 m²
Begitu seterusnya sampai percobaan bukaan pintu 100 mm.

2. Kecepatan aliran

Kecepatan aliran (V) diukur secara langsung dengan menggunakan alat ukur currentmeter/ flowmeter dimana akan menampilkan angka minimum dan maksimum, kemudian dibagi dengan dua. Untuk mengetahui kecepatan aliran pada percobaan pertama (10mm), maka:

$$\text{Kec. Aliran (V)} = 2,2 + 2,7 = 2,45 \text{ m/s}$$

Begitu seterusnya sampai percobaan bukaan pintu 100 mm.

3. Waktu

Dengan menggunakan stopwatch maka dapat diketahui waktu (s) yang dibutuhkan mulai saat sedimen bergeser dari luasan uji hingga meninggalkan daerah luasan uji. Pada percobaan pertama (10mm), maka:

$$\text{Waktu} = 5,41 \text{ s.}$$

Begitu seterusnya sampai percobaan bukaan pintu 100 mm.

4. Debit aliran air

Debit aliran air (Q_{air}) adalah volume air yang mengalir melalui penampang tiap satuan waktu.

$$2,45 \text{ m/s} \times 0,0019 \text{ m}^2 \text{ Q}_{\text{air}} = 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$$

Begitu seterusnya sampai percobaan bukaan pintu 100 mm.

5. Bilangan Froude

Bilangan Froude (Fr) adalah angka yang tidak berdimensi atau tidak mempunyai satuan. Untuk mengetahui angka Froude pada percobaan pertama (10mm), maka:

$$= ?$$

$$2,45$$

$$\sqrt{9,81 \cdot 0,2}$$

$$2,45/1400 \text{ Fr} = 1,75$$

Begitu seterusnya sampai percobaan bukaan pintu 100 mm.

6. Laju aliran massa sedimen

Laju aliran massa sedimen (Q_s) pada percobaan pertama (10mm) adalah:

$$100 \text{ g} / 5,41 \text{ s}$$

$$0,1 \text{ kg} / 5,41 \text{ s, maka } Q_s = 0,0184 \text{ kg/s}$$

Begitu seterusnya sampai percobaan bukaan pintu 100 mm.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa data studi eksperimen laju angkutan sedimen pada saluran terbuka dengan analisa perbandingan antara material kerikil, pasir, dan tanah, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Besarnya bukaan pintu air pada pengujian ini memiliki pengaruh besar dalam perubahan nilai distribusi kecepatan (v) dan debit aliran (Q_{air}). Bukaan pintu yang semakin tinggi tentunya akan memicu debit aliran yang keluar semakin besar, selain itu resistensi aliran yang mengalir secara keseluruhan tergolong superkritis, hal ini dapat ditunjukkan dengan data perhitungan Froude Number (Fr) > 1 pada setiap variasi debit aliran.
2. Data hasil eksperimen juga memperlihatkan bahwa adanya perubahan laju aliran massa sedimen akibat perubahan kecepatan dan debit aliran air. Misalkan, pada data pengujian sedimen kerikil di Tabel 4.1. bukaan pintu air 100 mm kecepatan aliran rata-ratanya v = 4,8 m/s dan debit aliran air (Q_{air}) = 0,019 m³/s memiliki laju aliran massa sedimen (Q_s) = 0,064 kg/s. Sementara itu, pada bukaan 10 mm pada data yang sama kecepatan aliran rata-ratanya v = 3,00 m/s dan Q_{air} = 0,006 m³/s memiliki Q_s = 0,006 kg/s. Fenomena ini tentunya memperlihatkan debit aliran berpengaruh terhadap laju aliran massa sedimen.
3. Analisa perbandingan jenis material juga merupakan hal yang dapat disimpulkan pada penelitian ini. Sebagai contoh, dari data pengujian (Tabel 4.1. dan Tabel 4.2.) laju aliran massa sedimen (Q_s) jenis kerikil dan tanah pada bukaan pintu air 100 mm adalah masing-masing sebesar 0,064 kg/s dan 0,072 kg/s. Sementara itu, pada material sedimen pasir memiliki laju aliran sedimen sebesar 0,133 kg/s pada bukaan pintu air yang sama.

Hal ini membuktikan bahwa material sedimen pasir lebih cepat dan lebih banyak terangkut atau tergeser daripada sedimen kerikil dan tanah. Jika dikaji secara berat sedimen yang digunakan pada pengujian ini adalah sama, yaitu 100 gram (0,1 kg). Namun bila dianalisa secara molekuler, sedimen jenis kerikil ini tentunya memiliki kerapatan molekuler yang lebih tinggi dibandingkan material sedimen tanah. Dengan demikian, material pasir lebih mudah bergeser dibandingkan dengan kerikil dan tanah diakibatkan susunan molekulnya lebih renggang.

5.2 Saran

Setelah melakukan studi eksperimen/pengujian laju angkutan sedimen pada saluran terbuka (dalam skala laboratorium ini) ini, maka ada beberapa hal yang dapat disarankan, antara lain:

1. Pada saat melakukan eksperimen tentang karakteristik pada saluran terbuka dengan bantuan peralatan hydrolic testing, sebaiknya dilakukan check up terlebih dahulu pada alat-alat ukur yang akan digunakan. Hal ini sangat berpengaruh terhadap data hasil pengujian yang di dapat.
2. Dalam setiap pengujian sedimen yang dilakukan sebaiknya harus menggunakan saringan yang diletakkan di bagian pembilas alat uji hydrolic testing, agar material tidak masuk ke dalam bak penampung.
3. Dalam pengukuran kecepatan aliran rata-rata dengan alat ukur flowmeter hendaknya dilakukan di beberapa posisi sepanjang lebar saluran. Hal ini bertujuan agar data kecepatan aliran yang di dapat lebih akurat dan teliti.
4. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya tentang pengujian di saluran terbuka tentang laju sedimentasi material, maka peneliti menyarankan untuk menggunakan material lain sebagai sampel sedimen. Hal ini tentunya dapat menghasilkan analisa yang baru dan karakteristik aliran yang berbeda khususnya di bagian dasar saluran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asdak Chay (2014). *Hidrologi dan Pengelolaan daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- [2] Frank M, White, 1998. *Mekanika Fluida Jilid 2*. Jakarta ; Penerbit Erlangga.
- [3] Ikhsan, Cahyono. 2007, *Pengaruh Variasi Debit Air Terhadap Laju Bed Load Pada Saluran Terbuka Dengan Pola Aliran Steady Flow*, Jurnal Media Teknik Sipil – UGM.
- [4] Gunardjo dkk, 2015. *Teknik Pengukuran Hasil Sedimen*. ISBN 978-602-72699-1-0. Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- [5] Rasmawati, 2019. *Analisis Perubahan Dasar Saluran Terbuka Akibat Variasi Debit pada Tingkat aliran*
- [6] Kritis dan Sub-kritis. Vol. 12 No.1. Jurnal Teknik Hidro - UMM.
- [7] Subary 2005, *Volume Angkutan Sedimen dipengaruhi oleh Kecepatan Aliran, Media Komunikasi Teknik Sipil Universitas Sriwijaya*. Palembang,
- [8] Olson, 1993. *Dasar-Dasar Mekanika Fluida Ed. Kelima*. Jakarta ; Gramedia Pustaka.
- [9] Ven Te Chow. 1992. *Aliran melalui saluran terbuka*. Jakarta ; Erlangga.
- [10] Yuniarti, 2016. *Sedimentologi Dasar*. UIR Press. Pekanbaru.