

ANALISA SEDIMENT TRANSPORT PADA SALURAN TERBUKA MODEL TRAPESIUM (Studi Laboratorium)

Indra Mulia Lubis¹, Amran Juniardi², Nurkhasana Rina Puspita³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan

Email: indramulialubis@gmail.com

Abstrak

Sedimen merupakan hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, maupun jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah banjir, di saluran air, sungai, dan waduk. Hasil sedimen adalah jumlah 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 diteliti adalah sedimen secara keseluruhan atau lebih dikenal dengan istilah sedimen suspensi, dimana sedimen tersebut sudah terdiri dari berbagai material seperti : tanah, kayu, pasir, kerikil/batuan dan lain-lain. Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan memisahkan jenis dari sedimen tersebut. Material sedimen yang menjadi sampel uji adalah pasir, kerikil dan tanah. Ketiga jenis sedimen ini diuji dengan bantuan alat uji hidrolis di Laboratorium Teknik Sipil UGN untuk mengetahui laju sedimentasi. Dari data pengujian yang dihasilkan, laju aliran massa sedimen (Q_s) jenis kerikil dan tanah pada bukaan pintu air 100 mm berturut-turut adalah 0,065 kg/s dan 0,072 kg/s. Sedangkan material sedimen pasir memiliki debit 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 terenkapsulasi atau tergesur daripada sedimen kerikil dan tanah.

Kata kunci: Karakteristik aliran, saluran terbuka, laju aliran sedimen

1. PENDAHULUAN

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

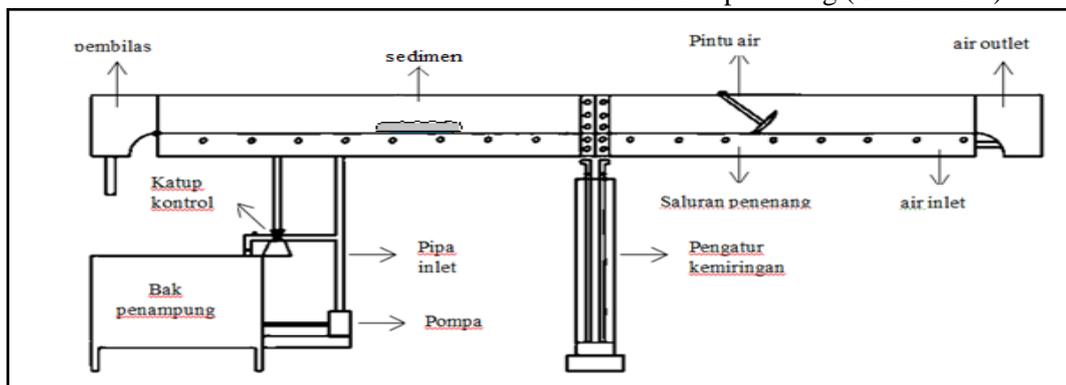
(sedimentation), (Asdak, 2014). Suatu aliran dalam saluran dapat mengalami percepatan dari aliran subkritis ke kritis dan ke superkritis, lalu kembali lagi ke aliran subkritis melalui semacam kejut-normal yang disebut loncatan hidrolis air, (Frank M, White, 1998). Penelitian tentang transportasi sedimen 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 dilapangan. 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 model penampang trapesium pada kondisi kritis dan superkritis dengan debit aliran. Adapun jenis sedimen yang akan di uji adalah pasir, tanah.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, peralatan pengujian yang dibuat berdasarkan desain dari beberapa literatur dengan geometri panjang saluran = 300 cm, lebar = 10 cm dan tinggi = 25 cm dan sudut kemiringan sisi penampang samping saluran sebesar 600 (sudut efektif pada saluran model trapesium). Bahan dasar pembuatan flume adalah kaca dengan ketebalan 5 mm dengan dua buah saluran, yaitu saluran pengujian dan saluran penenang (Gambar 2.1)



Gambar. 2.1 Saluran Penenang



Gambar 2.1 Peralatan pengujian saluran terbuka model trapesium

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 hydraulic testing dengan berat 100 gram untuk masing-masing sedimen. Semua

sampel sedimen ditabur daerah luasan uji sepanjang 30 cm di dalam flume dengan ketebalan/tinggi sedimen 1 cm.

Metode Pengujian Dalam penelitian yang dilakukan, ada dua metode yang digunakan dalam pengukuran debit aliran yaitu metode

pengukuran secara volumetrik dan metode dengan menggunakan pelampung.

- a. Pengukuran laju sedimen tranpor (Q_s)
- b. Perhitungan Bilangan Froude (Fr)
 Prosedur Pengambilan Data Pengujian Untuk mendapatkan data yang akurat dan teliti dalam percobaan ini diperlukan langkah secara berurutan. Adapun langkah kerja yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.
 1. Mempersiapkan peralatan dan alat ukur yang digunakan, meliputi flow meter, stopwatch dan mistar.
 2. Mempersiapkan peralatan pendukung lain yang digunakan, meliputi tabung volumetrik dan pintu air.
 3. Hidupkan pompa dan buka katup pipa sehingga air mengisi tunnel penenang dan masuk ke tunnel/flume utama untuk pengujian.
 4. Pasang pintu air portabel dan siapkan peralatan pada poin 1 dan 2.
 5. Timbang berat sedimen uji dengan neraca ohaus dengan berat yang sama pada tiap-tiap sampel uji (pasir, tanah dan kerikil).
 6. Tabur sedimen yang akan diuji pada luasan saluran yang telah ditentukan.
 7. Membuka pintu air dengan bukaan yang akan divariasikan
 8. Amati pergeseran sedimen dan catat waktu yang dibutuhkan untuk bergeser melewati luasan sampe uji yang telah ditentukan.
 9. Mencatat nilai awal kedalaman melewati pintu air yaitu y_0 , y_1 dan y_2 pada hilir bendung menggunakan mistar.

10. Catat kecepatan aliran pada titik y_0 , y_1 di hulu dan y_2 pada hilir dengan menggunakan flowmeter.
11. Ulangi poin 1 s/d 10 dengan memvariasikan bukaan pintu air dan sedimen yang berbeda.

3. PEMBAHASAN

Pada eksperimen yang telah dilakukan untuk mengetahui tranpor sedimen yang terjadi pada saluran terbuka, maka pada bab ini dipaparkan hasil dan analisa dari penelitian ini. Hasil studi ditampilkan dan dibahas dalam beberapa sub bab melalui parameter-parameter berikut :

1. Kecepatan aliran (v),
2. Debit aliran air (Q_{air})
3. Bilangan Froude (Fr)
4. Laju aliran massa sedimen (Q_s)

Analisa debit aliran & laju sedimentasi dengan menggunakan material sedimen Kerikil

Pada setiap pengukuran kecepatan aliran bukaan pintu air divariasikan dari bukaan 20 mm s/d 100 mm dengan kenaikan per 20 mm. Hasil dari pengujian ini dapat ditunjukkan pada Tabel 1 dibawah ini. Tabel 1 Debit aliran & Laju Aliran Massa Sedimen Pada Sedimen Jenis Kerikil

Pada setiap pengukuran kecepatan aliran bukaan pintu air divariasikan dari bukaan 20 mm s/d 100 mm dengan kenaikan per 20 mm. Hasil dari pengujian ini dapat ditunjukkan pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 Debit aliran & Laju Aliran Massa Sedimen Pada Sedimen Jenis Kerikil

No	Bukaan Pintu Air (mm)	Kedalaman air di hilir, y_2 (m)	Luasan Basah, A (m^2)	Kec. Aliran, v (m/s)	Waktu sedimen tranpor (s)	Q_{air} (m^3/s)	Bil. Froude (Fr)	Q_s (kg/s)
1	20	0,018	0,0018	3,45	12,26	0,0062	2,01	0,008
2	40	0,037	0,0037	3,23	6,05	0,0120	1,88	0,017
3	60	0,057	0,0057	3,06	3,9	0,0175	1,78	0,026
4	80	0,074	0,0075	2,87	2,35	0,0214	1,67	0,043
5	100	0,094	0,0095	2,74	1,55	0,0260	1,60	0,065

Analisa debit aliran & laju sedimentasi dengan menggunakan material sedimen Tanah

Hasil pengujian debit aliran air terhadap laju sedimentasi pada sedimen jenis tanah dapat ditunjukkan pada Tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 2 Debit aliran & Laju Aliran Massa Sedimen Pada Sedimen Jenis Tanah

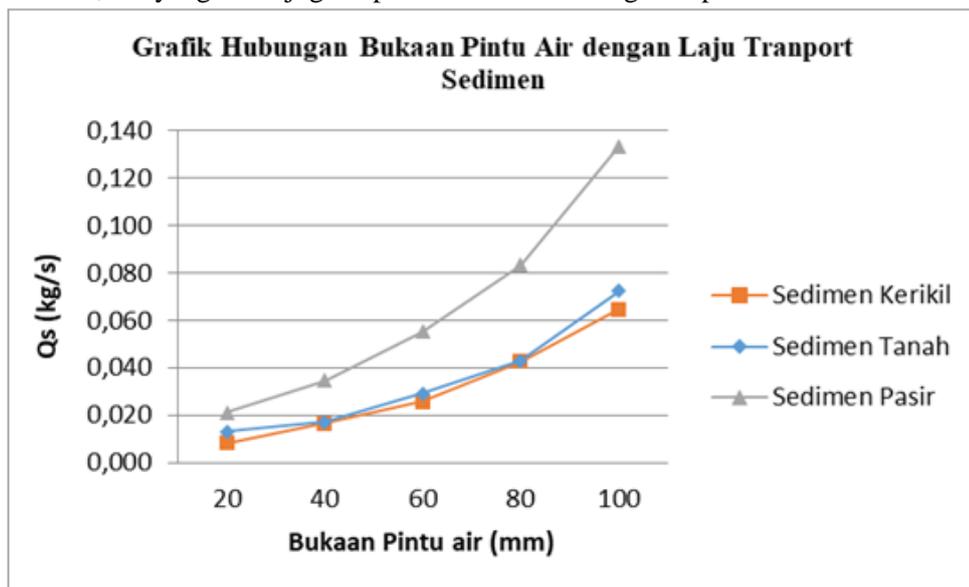
No	Bukaan Pintu Air (mm)	Kedalaman air di hilir, y2 (m)	Luasan Basah, A (m ²)	Kec. Aliran, v (m/s)	Waktu sedimen tranpor (s)	Qair (m ³ /s)	Bil. Froude (Fr)	Qs (kg/s)
1	20	0,017	0,0017	3,52	7,71	0,0060	2,05	0,013
2	40	0,036	0,0036	3,34	5,88	0,0121	1,95	0,017
3	60	0,058	0,0058	3,13	3,45	0,0182	1,83	0,029
4	80	0,072	0,0073	2,92	2,34	0,0212	1,70	0,043
5	100	0,093	0,0094	2,71	1,38	0,0255	1,58	0,072

Analisa kecepatan & debit Aliran dengan menggunakan material sedimen Pasir

Hasil pengujian debit aliran air terhadap laju sedimentasi pada sedimen jenis pasir dapat ditunjukkan pada Tabel 4.3 dibawah ini. Tabel 3 Debit aliran & Laju Aliran Massa Sedimen Pada Sedimen Jenis Pasir

No	Bukaan Pintu (mm)	Kedalaman air di hilir, y2 (m)	Luasan Basah, A (m ²)	Kec. Aliran, v (m/s)	Waktu sedimen tranpor (s)	Qair (m ³ /s)	Bil. Froude (Fr)	Qs (kg/s)
1	20	0,019	0,0019	3,48	4,73	0,0066	2,03	0,021
2	40	0,038	0,0038	3,33	2,89	0,0127	1,94	0,035
3	60	0,057	0,0057	3,23	1,81	0,0185	1,88	0,055
4	80	0,074	0,0075	2,88	1,20	0,0215	1,68	0,083
5	100	0,092	0,0093	2,76	0,75	0,0257	1,61	0,133

Secara keseluruhan, hal yang sama juga dapat dianalisa melalui grafik pada Gambar 4.1.



4. PENUTUP

Dari hasil analisa data studi ekperimen laju angkutan sedimen pada saluran terbuka model trapesium 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 air (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}) = 0,0260 m³/s memiliki laju aliran massa sedimen (Q_s) = 0,065 kg/s. Sementara itu, pada bukaan 20 mm pada data yang sama kecepatan aliran rata-ratanya $v = 3,00$ m/s dan $Q_{air} = 0,0062$ m³/s memiliki $Q_s = 0,008$ kg/s. Fenomena ini tentunya memperlihatkan debit aliran berpengaruh terhadap laju sedimentasi.
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 0,065 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 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.

DAFTAR PUSTAKA

- Rasmawati, 2019. *Analisis Perubahan Dasar Saluran Terbuka Akibat Variasi Debit pada Tingkat aliran Kritis dan Sub-kritis*. Vol. 12 No.1. Jurnal Teknik Hidro-UMM.
- Ikhsan, Cahyono. 2007, *Pengaruh Variasi Debit Air Terhadap Laju Bed Load pad Saluran Terbuka dengan Palo Aliran Steady Flow*, Jurnal Media Teknik Sipil-UGM.
- Gunardjo dkk, 2015. *Teknik Pengukuran Hasil Sedimen*. ISBN 978-602-72699-1-0. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Yuniarti, 2016. *Sedimentologi Dasar*. UIR Press. Pekanbaru.
- BPDAS, 2004. *Morfologi Dasar Sungai*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.
- Suripin, 2019. *Mekanika Fluida & Hidraulika Saluran Terbuka untuk Teknik Sipil*. Yogyakarta : Penerbit Andi
- Asdak Chay (2014). *Hidrologi dan Pengelolaan daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.

Subary 2005, *Volume Angkutan Sedimen dipengaruhi oleh Kecepatan Aliran*, Media Komunikasi Teknik Sipil Universitas Sriwijaya. Palembang,

Frank M, White, 1998. *Mekanika Fluida Jilid 2*. Jakarta ; Penerbit Erlangga.

Olson, 1993. *Dasar-Dasar Mekanika Fluida Ed. Kelima*. Jakarta ; Gramedia Pustaka.

Ven Te Chow. 1992. *Aliran melalui saluran terbuka*. Jakarta ; Erlangga.