

PENGARUH PERUBAHAN DEBIT TERHADAP PERGERAKAN SEDIMEN

Jhonson Andar Harianja¹⁾, Rosa, N.A.P.²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta

e-mail : harianja_andar@yahoo.com

²⁾Alumni S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta

ABSTRACT

Sedimentation process includes the processes of erosion, transport, deposition and compaction of the sediment . this process running very complex begin from the rains fall which produces kinetic energy that is the beginning of the erosion process. purpose of the research was to determine the effect of changes in debit of sediment movement, while the purpose of research is that the results can be a consideration in predicting the sediments transport carried by the flow which related with magnitude of debit flow.

In this research was made the flow cross section with 80 cm for width and 200 cm for length, as well used the samples of sediment with diameter 0.85 mm and the variation of flow rates used such us $0.55 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{second}$, $0.83 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{second}$, $1.26 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{second}$, $2.50 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{second}$, $2.60 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{second}$, $3.17 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{second}$, $3.61 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{second}$, $4.43 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{second}$, $4.85 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{second}$. research included measurements of debit, water level measurement, calculation of cross-sectional area, flow velocity measurements, measurements of sediment movement and analysis chart of sediment movement with the rank regression model.

Based analysis of test data obtained that, on the highest debit $4.85 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{second}$ obtained the highest sediment transport 0.042 kg and distance transport 172.67 cm. with rank regression obtained coefficients correlates (R) 0.9776 (positive relation) and the regression equation $\hat{Y} = 11 \times 10^{-3} X^{0.0915}$ for relations between debit of sediment movement distance, while for the relation of sediment debit for the capacity obtained correlation coefficient (R) of 0.9925 (positive relation) and the regression equation $\hat{Y} = 8,7317X^{1,030}$. then known that the greater of flow carry much sediment loads and long distances, the small of flow rates and water levels will slow the movement of sediment, so that the deposition of sediments on the flow cross section be high.

Keywords : debit, sediment transport.

I. PENDAHULUAN

Proses sedimentasi terjadi meliputi proses erosi, transportasi, pemadatan dan pengendapan dari sedimen itu sendiri. Proses tersebut berjalan sangat kompleks, dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Pengetahuan mengenai muatan sedimen yang terbawa oleh aliran sungai

mempunyai arti penting bagi para teknisi yang terlibat langsung maupun tidak langsung dalam kegiatan pengembangan dan pengelolaan dari sumber daya air, konservasi tanah dan air, perencanaan menentukan masa manfaat waduk, perencanaan tanggul banjir sungai, perencanaan lebar dan kemiringan saluran irigasi, perencanaan jembatan dan sebagainya.

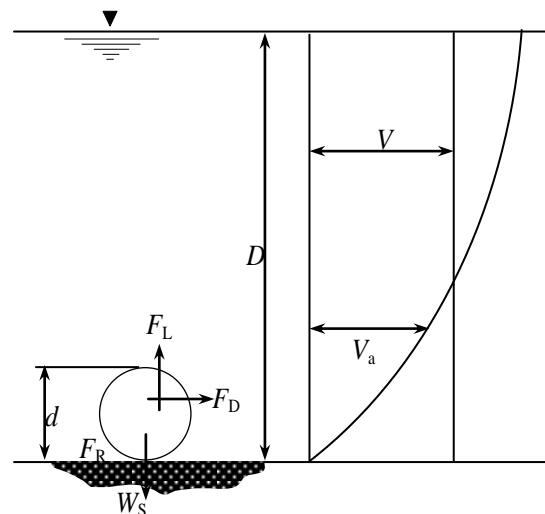
Masalah yang sering dijumpai yaitu terjadinya pengendapan disepanjang saluran bangunan air, yang dapat menimbulkan banjir dan kerusakan bangunan pengaman lainnya. Sedimen berperilaku bergerak, bergeser, dan meloncat disepanjang dasar aliran atau bergerak melayang pada aliran, tergantung dari pada komposisi (ukuran, berat jenis, dan lain-lain), kondisi aliran (kecepatan aliran, kedalaman aliran, dan sebagainya). Penelitian tentang sifat dan dinamika sedimen sangat diperlukan untuk mengetahui karakteristik sedimen yang terangkut, pemakaian rumus-rumus empiris kadang belum membantu dalam perencanaan suatu bangunan air, maka perlu studi model atau riset di laboratorium agar perilaku sedimen dapat diketahui. Oleh sebab itu, apakah perubahan debit aliran akan berpengaruh terhadap jumlah dan laju pergerakan sedimen perlu untuk diselidiki. Material sampel sedimen yang digunakan untuk penelitian adalah butir seragam dengan diameter 0.85 mm dan pengukuran yang dilakukan hanya menyangkut jarak dan volume muatan sedimen dasar akibat perubahan debit aliran dengan ukuran lebar penampang saluran yang digunakan adalah 80 cm berpenampang persegi panjang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Permulaan Gerak Butir Sedimen

Gaya yang bekerja pada suatu partikel sedimen bundar (*spherical*) pada dasar saluran terbuka dapat dilihat pada gambar 1, hampir setiap kritarian permulaan gerak butir diturunkan dari pendekatan tegangan geser ataupun kecepatan arus. Gaya yang bekerja pada butiran sedimen (non kohesif) dalam air :

1. Gaya berat di air (*submerged weight, W_S*)
2. Gaya yang menahan (*resistance force, F_S*)
3. Gaya angkat (*lift force, F_L*)
4. Gaya seret (*drag force, F_D*)



Gambar 2.1. Permulaan gerak butiran

Data ukuran butir partikel sedimen banyak digunakan untuk berbagai keperluan. Metode yang digunakan untuk menganalisa ukuran butiran yaitu dengan cara ayakan. Dengan cara ayakan ini digunakan satu set ayakan dan pengukuran dilakukan dengan 2 cara meliputi : cara ayakan kering, digunakan bila contoh/sampel terdiri dari pasir lepas sehingga tidak menggumpal. Cara ayakan basah, digunakan bila contoh/sampel banyak mengandung fraksi-fraksi halus sehingga sukar untuk dipisahkan. (soewarno,1991).

2.2. Pengukuran Debit Aliran

a. Metode Volumetrik

Pada sungai yang alirannya sangat kecil, pengukuran debit dengan alat ukur arus standar maupun alat ukur arus *pigmy* tidak dapat dilakukan, maka untuk mendapat hasil yang cukup teliti, pengukuran debit dapat dilakukan dengan cara volumetrik. Pengukuran debit cara volumetrik adalah dengan cara mencatat waktu yang diperlukan untuk mengisi tempat ukur debit yang kapasitasnya sudah diketahui.

Peralatan pokok yang diperlukan untuk pengukuran dengan cara ini adalah tempat ukur yang sudah ditera dan alat pencatat waktu. Jika Q adalah debit ($m^3/detik$), V adalah volume, T adalah waktu dan n adalah nomor percobaan. Volume pengukuran dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_n = \frac{V_n}{T_n} \dots\dots\dots (2.1)$$

b. Metode pelampung

Debit dapat ditentukan dengan cara mengukur luas penampang basah dan kecepatan alirannya. Apabila kecepatan alirannya diukur dengan pelampung, maka debitnya dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q = \sum (a \bar{V}) \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\bar{V} = k.V_p \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan Q = debit total saluran (m^3/det), a = luas bagian penampang basah (m^2), \bar{V} = kecepatan rata-rata pada bagian penampang basah (m/det), k = factor koreksi kecepatan, dan V_p = kecepatan lintasan pelampung (m/det)

Kecepatan lintasan pelampung dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_P = \frac{L}{T} \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan V_P = kecepatan lintasan pelampung (m/det), L = panjang lintasan pelampung (m), dan T = waktu lamanya lintasan pelampung (det).

2.3. Model Regresi Berpangkat

Hubungan antara dua atau lebih variabel dapat dinyatakan dalam rumus matematik sehingga merupakan suatu model, yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan analisa seperti :

- a. Peramalan (*prediction*).
- b. Perpanjangan (*extension*).
- c. Memperbaiki atau mengecek ketelitian data.
- d. Pengisian data pada periode kosong.

Suatu analisis yang membahas hubungan dua variabel atau lebih disebut analisis regresi. Dari dua seri data fenomena hidrologi yang telah diukur misalnya curah hujan (X) dan debit (Y) sebanyak n buah data dapat dinyatakan sebagai $\{(X_i, Y_i); I = 1, 2, 3, 4, \dots, n\}$. apabila setiap pasangan data debit dan curah hujan digambarkan pada kertas grafik aritmatik, maka akan diperoleh serangkaian titik-titik koordinat yang menghubungkan kedua hasil pengukuran kedua data penomena hidrologi tersebut. Prosedur penyelesaian dalam menentukan matematik yang paling sesuai dengan sebaran titik-titik koordinat yang menghubungkan pasangan data disebut dengan analisis regresi. Dalam analisis regresi, data umumnya dipandang :

- a. Mengikuti distribusi normal.
- b. Tiap variabel adalah homogen, semua nilai data dari setiap variabel diukur dengan cara yang sama.
- c. Nilai Y_i diukur tanpa kesalahan.
- d. Nilai X_i merupakan kejadian acak yang saling tidak berhubungan

Analisis korelasi, membahas tentang derajat hubungan (X_i, Y_i). korelasi mempunyai nilai yang sangat besar apabila pasangan koordinat (X_i, Y_i) dekat dengan garis regresi. Dalam analisis korelasi, data harus merupakan data acak dari distribusi normal, nilai X_i dan Y_i tanpa mengalami kesalahan. Berdasarkan nilai koefisien korelasi dapat dinyatakan sebagai berikut :

- a. $R = 1$: hubungan positif sempurna.
- b. $0,6 < R < 1$: hubungan langsung positif baik.
- c. $0 < R < 0,6$: hubungan langsung positif lemah.
- d. $R = 0$: tidak terdapat hubungan linier.
- e. $-0,6 \leq R < 0$: hubungan langsung negatif lemah.
- f. $-1,0 < R < -0,6$: hubungan langsung negatif baik.
- g. $R = -1,0$: hubungan negatif sempurna.

Koefisien korelasi antara (X_i, Y_i) adalah menunjukkan hubungan linier antara variabel X_i dan Y_i . oleh karena itu untuk nilai $R = 0$ berarti menunjukkan tidak adanya hubungan linier, mungkin hubungan kuadratik.

$$\bar{Y} = bX^a \dots\dots\dots (2.5)$$

Apabila persamaan (2.5) di transformasikan kedalam persamaan linier fungsi (log) akan menjadi :

$$\overline{\log Y} = \log bX^a \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\overline{\log Y} = \log b + a \log X \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan $Y_i > 0$ dan $X_i > 0$ dan selanjutnya dapat ditransformasikan kedalam persamaan linier sederhana sebagai berikut :

$$P = \log y \quad ; B = \log b$$

$$A = a \quad ; Q = \log X$$

sehingga persamaan (4) dapat disederhanakan menjadi :

$$P = A_q + B \dots\dots\dots (2.8)$$

Persamaan (2.6) merupakan hubungan log-log antara log Y dengan log X , bentuknya garis lurus dengan kemiringan (a) dan memotong sumbu log Y pada log b. sedangkan persamaan (2.7) identik dengan persamaan regresi garis lurus yaitu $\bar{Y} = a_1X + b_1$ sehingga dapat dinyatakan sebagai :

$$P = \bar{P} + R \left(\frac{\sigma_p}{\sigma_q} \right) (q - \bar{q}) \dots\dots\dots (2.8)$$

Nilai σ_p merupakan deviasi standar dari residu nilai P.

$$\sigma_p = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})}{n-1} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.9)$$

dan,

$$\sigma_q = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})}{n-1} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.10)$$

Nilai *R*, adalah koefisien korelasi :

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})(q_i - \bar{q})}{\left[\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p}) \right] \left[\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q}) \right]} \dots\dots\dots (2.11)$$

Besarnya kesalahan standar nilai P adalah :

$$SEP = \sigma_p \left[1 - R^2 \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\text{Sumbu } Y = \log_{10}(\Delta\varepsilon / \Delta t) = \log y = P \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\text{Sumbu } X = \log_{10}(\sqrt{t}) = \log X = q \dots\dots\dots (2.14)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Pembuatan Saluran

Model saluran ini terdiri dari 2 bak penampung yang berguna sebagai sirkulasi air untuk aliran. Bak penampung terdapat pada awal saluran dan pada akhir saluran. Pada bak penampung awal terdapat pintu air yang terbuat dari besi las (pintu sorong). Pada bak pertama juga terdapat ukur debit segitiga (pintu *Thompshon*) yang terpasang di depan pintu air. Bak awal dengan ukuran 300 x 200 cm dihubungkan dengan saluran berbentuk persegi. Pada saluran terdapat beberapa tikungan dengan masing-masing bersudut 60° dan 85°. Bahan-bahan yang diperlukan guna pembuatan model saluran dalam penelitian ini, antara lain adalah : pasir, semen, air, papan, triplek dan kayu reng dan lain sebagainya. Adapun alat yang dipakai antara lain : sendok adukan, ember, cangkul, waterpas, selang air, benang dan lain-lain. Peralatan yang dipakai untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini adalah pompa air, yang berguna untuk mengalirkan air ke saluran sesuai debit pengujian yang direncanakan dalam penelitian, yaitu $0.55 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik}$, $0.83 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik}$, 1.26×10^{-3}

m^3/detik , $2.50 \times 10^{-3} m^3/\text{detik}$, $2.60 \times 10^{-3} m^3/\text{detik}$, $3.17 \times 10^{-3} m^3/\text{detik}$, $3.61 \times 10^{-3} m^3/\text{detik}$, $4.43 \times 10^{-3} m^3/\text{detik}$, $4.85 \times 10^{-3} m^3/\text{detik}$.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data meliputi penyaringan sampel sedimen dengan ayakan untuk mendapatkan gradasi butiran seragam, perhitungan luas penampang, pengukuran variasi debit, pengukuran tinggi air, pemasukan sampel sedimen, dan pengukuran perpindahan sedimen yang disebabkan oleh aliran.

Sampel sedimen yang digunakan pada penelitian ini menggunakan sedimen dari pasir yang telah saring terlebih dahulu dengan satu set alat saringan untuk mendapatkan diameter butiran seragam sedang pengukuran debit memakai kombinasi antara bukaan pintu sorong dan tinggi permukaan air yang melalui alat ukur debit segitiga (pintu *thompshon*). Variasi tinggi air pada alat ukur debit segitiga yaitu 4 cm sampai dengan 12 cm.

Kegiatan pertama yang dilakukan adalah membuka pintu air pada bak pertama yang berada di awal saluran, menentukan tinggi air di alat ukur debit segitiga, selanjutnya air dari bak penampung pertama dibiarkan lewat sampai bak penampung terakhir, air yang telah lewat dibiarkan sesaat sampai tinggi air pada alat ukur debit segitiga konstan. Setelah tinggi air konstan dilakukan pengukuran tinggi air yang lewat alat ukur debit segitiga. Debit yang didapat dari beberapa percobaan untuk tinggi air 4 cm yang lewat pada alat ukur debit segitiga dicari nilai rata-ratanya. Nilai rata-rata debit tersebut yang dipakai untuk perhitungan selanjutnya. Untuk tinggi air 5 cm dan seterusnya juga digunakan cara yang sama.

Luas penampang yang diukur pada pengujian ini adalah luas penampang sepanjang saluran pada lokasi penelitian, lebar penampang b , tinggi air h , maka luas penampang adalah $A = b \times h$

Metode pengukuran kecepatan aliran yang digunakan dalam penelitian ini adalah cara apung dengan bola pingpong (*float area method*). Prinsip metode ini adalah kecepatan pelampung yang terbawa oleh aliran, dimana jarak dibagi waktu. Penjatuhan bola pingpong dilakukan tiga kali pada sisi kiri-kanan dan tengah aliran.

Setelah debit aliran dipastikan konstan sedimen dimasukkan ke aliran dan biarkan selama 4 menit, setelah 4 menit aliran air pada saluran dihentikan, setelah aliran berhenti

diukur jarak sedimen dari titik awal pada aliran dan sedimen yang terbawa sejauh titik yang ditinjau, diambil, dimasukkan dalam cawan, diberi nomor percobaan dan ukuran debit, selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dioven dan ditimbang. Percobaan penjatuhan sedimen dilakukan 3 kali pada sisi kiri, tengah, dan kanan saluran dengan cara yang sama sehingga didapat nilai rata-rata jarak dan volume sedimen. Sampel sedimen yang digunakan untuk adalah butiran pasir yang tertahan saringan no. 20 dengan diameter butiran 0.85 mm dengan berat yang digunakan 0,25 kg.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengukuran Debit

Hasil data pengukuran debit dengan alat ukur segitiga dapat dilihat pada Tabel 1. sebagai berikut.

Tabel 1. Pengukuran debit dengan volume alat ukur debit 23 liter

No	H	Waktu (detik)						Waktu Rata-rata	Debit m ³ /det
		T1	T2	T3	T4	T5	T6		
1	4	42.71	40.93	41.31	41.90	41.84	41.44	41.688	0.55x10 ⁻³
2	5	27.62	27.41	27.35	27.53	28.27	28.27	27.750	0.83x10 ⁻³
3	6	17.60	18.69	18.41	18.41	17.56	17.56	18.183	1.26x10 ⁻³
4	7	9.00	9.94	9.80	8.78	8.69	8.69	9.211	2.50x10 ⁻³
5	8	8.88	8.84	8.84	8.81	9.01	9.01	8.855	2.60x10 ⁻³
6	9	7.06	7.72	7.25	7.13	7.03	7.03	7.233	3.17x10 ⁻³
7	10	6.56	6.34	6.50	6.16	6.38	6.38	6.365	3.61x10 ⁻³
8	11	5.15	5.28	5.15	4.15	5.31	5.31	5.185	4.43x10 ⁻³
9	12	4.81	4.63	4.75	4.78	4.78	4.78	4.740	4.85x10 ⁻³

Untuk H pada pintu *Thompshon* = 4 cm = 0.04 m

Volume = 23 liter = 0.023 m³ diperoleh $Q = \frac{V}{t} = \frac{0,023}{41,688} = 0,55 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$

4.2. Hasil Pengukuran Ketinggian Air

Lebar saluran yang digunakan adalah 80 cm sehingga setiap perubahan debit aliran ketinggian air perlu dilakukan pengukuran kembali, sehingga diperoleh data tinggi air

untuk setiap debit aliran. Hasil pengukuran pada penampang setiap debit aliran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ketinggian air pada penampang setiap debit aliran

No	Debit (m ³ /det)	Ketinggian Air (cm)
1	0.55x10 ⁻³	1
2	0.83x10 ⁻³	1.2
3	1.26x10 ⁻³	1.4
4	2.50x10 ⁻³	1.5
5	2.60x10 ⁻³	1.8
6	3.17x10 ⁻³	2
7	3.61x10 ⁻³	2.3
8	4.43x10 ⁻³	3
9	4.85x10 ⁻³	4.5

4.3. Perhitungan Luas Penampang dan Kecepatan Aliran

Hasil perhitungan luas penampang basah pada masing-masing aliran dapat dilihat pada Tabel 3 dan kecepatan aliran pada Tabel 4 dan data pergerakan sedimen pada Tabel 5.

Tabel 3. Luas penampang

No	Debit (m ³ /det)	Ketinggian Air (cm)	Lebar penampang (cm)	Luas Penampang (cm ²)
1	0.55x10 ⁻³	1	80	80
2	0.83x10 ⁻³	1.2	80	96
3	1.26x10 ⁻³	1.4	80	112
4	2.50x10 ⁻³	1.5	80	120
5	2.60x10 ⁻³	1.8	80	144
6	3.17x10 ⁻³	2	80	160
7	3.61x10 ⁻³	2.3	80	184
8	4.43x10 ⁻³	3	80	240
9	4.85x10 ⁻³	4.5	80	360

Tabel 4. Kecepatan aliran

No	Debit (m ³ /det)	No.Percobaan	Jarak (cm)	Waktu (det)	Kecepatan (cm/det)
1	0.55x10 ⁻³	1	200	5.85	34.19
		2	200	8.83	22.65
		3	200	6.04	33.11
		Rata-Rata			29.98
2	0.83x10 ⁻³	1	200	6.85	29.20
		2	200	7.83	25.54
		3	200	5.04	39.68
		Rata-Rata			31.47
3	1.26x10 ⁻³	1	200	5.85	34.19
		2	200	6.83	29.28
		3	200	6.04	33.11
		Rata-Rata			32.19
4	2.50x10 ⁻³	1	200	5.25	38.10
		2	200	7.83	25.54
		3	200	5.04	39.68
		Rata-Rata			34.44
5	2.60x10 ⁻³	1	200	4.42	45.25
		2	200	5.25	38.10
		3	200	8.16	24.51
		Rata-Rata			35.95
6	3.17x10 ⁻³	1	200	5.85	34.19
		2	200	4.83	41.41
		3	200	5.04	39.68
		Rata-Rata			38.43
7	3.61x10 ⁻³	1	200	4.90	40.82
		2	200	5.40	37.04
		3	200	5.11	39.14
		Rata-Rata			39.00
8	4.43x10 ⁻³	1	200	4.83	41.41
		2	200	5.51	36.30
		3	200	4.25	47.06
		Rata-Rata			41.59
9	4.85x10 ⁻³	1	200	4.59	43.57
		2	200	4.64	43.10
		3	200	4.46	44.84
		Rata-Rata			43.84

Tabel 5. Data hasil uji pergerakan sedimen

No	Debit (m ³ /det)	No Percobaan	Jarak sedimen (cm)	Angkutan sedimen (Kg)
1	0.55x10 ⁻³	1	164	0.006
		2	125	0.004
		3	123	0.003
			Nilai rata-rata :	137.33
2	0.83x10 ⁻³	1	164	0.006
		2	135	0.007
		3	145	0.004
			Nilai rata-rata :	148.00
3	1.26x10 ⁻³	1	164	0.004
		2	154	0.027
		3	152	0.002
			Nilai rata-rata :	156.67
4	2.50x10 ⁻³	1	165	0.023
		2	163	0.023
		3	154	0.002
			Nilai rata-rata :	160.67
5	2.60x10 ⁻³	1	164	0.032
		2	158	0.013
		3	165	0.018
			Nilai rata-rata :	162.33
6	3.17x10 ⁻³	1	165	0.023
		2	163	0.023
		3	164.5	0.024
			Nilai rata-rata :	164.17
7	3.61x10 ⁻³	1	164	0.006
		2	175	0.022
		3	163	0.052
			Nilai rata-rata :	167.33
8	4.43x10 ⁻³	1	164	0.037
		2	173	0.042
		3	170	0.024
			Nilai rata-rata :	169.00
9	4.85x10 ⁻³	1	175	0.042
		2	183	0.032
		3	160	0.052
			Nilai rata-rata :	172.67

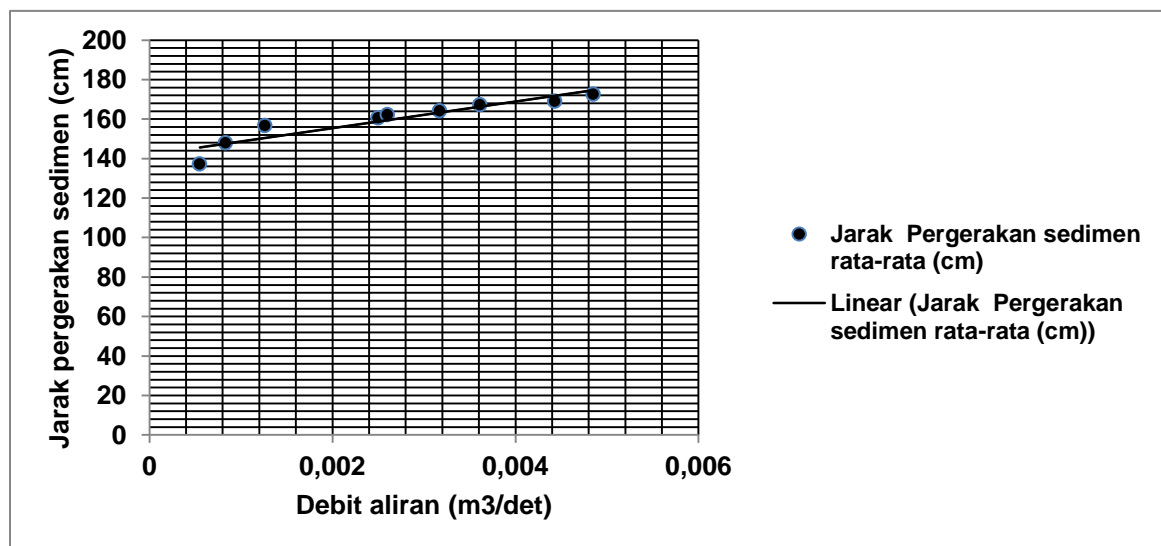
4.4. Pembahasan

1. Pergerakan Sedimen

Untuk mengetahui pengaruh perubahan debit terhadap pergerakan sedimen dan volume sedimen digunakan parameter perbedaan jarak dan muatan masing-masing debit aliran dengan memanfaatkan data rata-rata dari tiga kali pengujian. Jarak angkutan sedimen masing-masing debit aliran disajikan pada Tabel 6. dan dalam bentuk grafik disajikan pada Gambar 2. Selanjutnya, volume angkutan sedimen masing-masing debit disajikan pada Tabel 7 dan grafik hubungan muatan sedimen terhadap debit disajikan pada Gambar 3.

Tabel 6. Hasil uji debit terhadap jarak sedimen

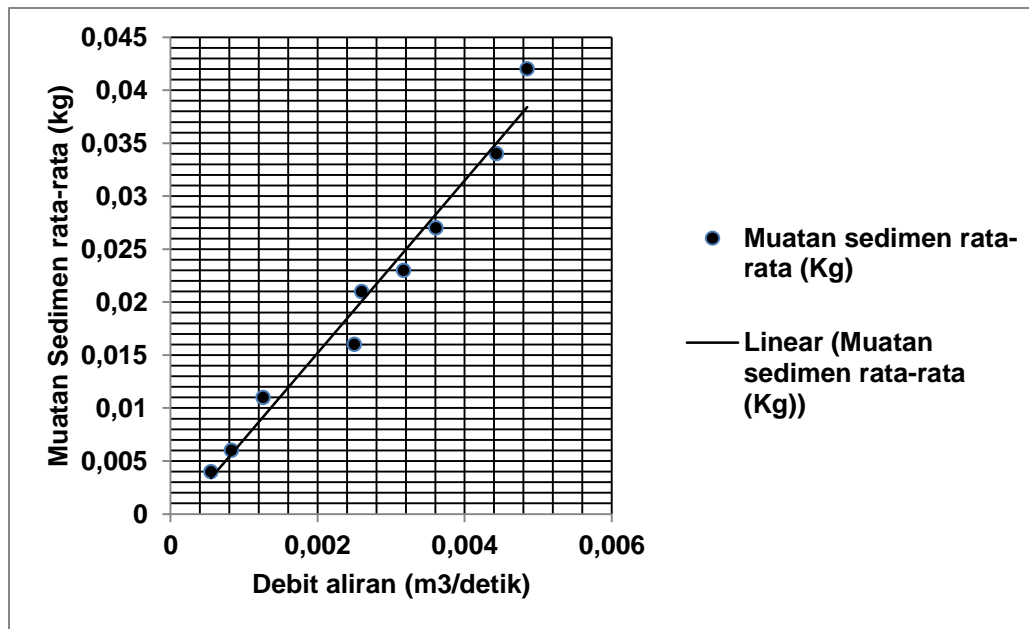
Debit (m^3/det)	Jarak pergerakan sedimen rata-rata (cm)
0.55×10^{-3}	137.33
0.83×10^{-3}	148
1.26×10^{-3}	156.67
2.50×10^{-3}	160.67
2.60×10^{-3}	162.33
3.17×10^{-3}	164.17
3.61×10^{-3}	167.33
4.43×10^{-3}	169
4.85×10^{-3}	172.67



Gambar 2. Grafik hubungan jarak muatan sedimen terhadap debit aliran

Tabel 7 Hasil uji debit terhadap muatan sedimen

No	Debit (m ³ /det)	Muatan sedimen rata-rata (kg)
1	0.55x10 ⁻³	0.004
2	0.83x10 ⁻³	0.006
3	1.26x10 ⁻³	0.011
4	2.50x10 ⁻³	0.016
5	2.60x10 ⁻³	0.021
6	3.17x10 ⁻³	0.023
7	3.61x10 ⁻³	0.027
8	4.43x10 ⁻³	0.034
9	4.85x10 ⁻³	0.042



Gambar 3. Grafik hubungan volume muatan sedimen terhadap debit aliran

Dari Tabel 6 dan 7 serta grafik hubungan antara debit aliran terhadap jarak dan volume muatan diketahui bahwa semakin besar debit aliran, pergerakan sedimen pada aliran semakin tinggi dan dengan demikian endapan sedimen menjadi rendah.

Hubungan debit dengan jarak pergerakan sedimen serta hubungan debit dengan angkutan sedimen, dianalisis menggunakan analisis regresi sebagaimana disajikan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Regresi debit terhadap jarak pergerakan sedimen

Y	X	$p = \log Y$	$q = \log X$	$(q - \bar{q})$	$(p - \bar{p})$	$(q - \bar{q})^2$	$(p - \bar{p})^2$	$(q - \bar{q})(p - \bar{p})$
137.33	0.00055	2,2372	-2,3143	0,3565	0,0346	0,1271	0,0012	0,0123
148	0.00083	2,2279	-2,3536	0,3171	0,0253	0,1006	0,0006	0,0080
156.67	0.00126	2,2236	-2,4425	0,2282	0,0210	0,0521	0,0004	0,0048
160.67	0.00250	2,2153	-2,4989	0,1718	0,0127	0,0295	0,0002	0,0022
162.33	0.00260	2,2104	-2,5850	0,0857	0,0078	0,0073	0,0001	0,0007
164.17	0.00317	2,2059	-2,6021	0,0687	0,0033	0,0047	0,0000	0,0002
167.33	0.00361	2,1950	-2,8996	-0,2289	-0,0076	0,0524	0,0001	0,0017
169	0.00443	2,1703	-3,0809	-0,4102	-0,0323	0,1683	0,0010	0,0133
172.67	0.00485	2,1378	-3,2596	-0,5889	-0,0648	0,3468	0,0042	0,0382
Σ		19,8233	-24,0366			0,8888	0,0078	0,0814
Rata-rata		2.2025	-2.6707					

Tabel 9. Regresi debit terhadap angkutan sedimen

Y	X	$p = \log Y$	$q = \log X$	$(q - \bar{q})$	$(p - \bar{p})$	$(q - \bar{q})^2$	$(p - \bar{p})^2$	$(q - \bar{q})(p - \bar{p})$
0.004	0.00055	-2.3979	-3.2596	-0.5889	-0.6086	0.3468	0.3704	0.3584
0.006	0.00083	-2.2218	-3.0809	-0.4102	-0.4325	0.1683	0.1870	0.1774
0.011	0.00126	-1.9586	-2.8996	-0.2289	-0.1692	0.0524	0.0286	0.0387
0.016	0.00250	-1.7959	-2.6021	0.0687	-0.0065	0.0047	0.0000	-0.0004
0.021	0.00260	-1.6778	-2.5850	0.0857	0.1116	0.0073	0.0124	0.0096
0.023	0.00317	-1.6383	-2.4989	0.1718	0.1511	0.0295	0.0228	0.0260
0.027	0.00361	-1.5686	-2.4425	0.2282	0.2207	0.0521	0.0487	0.0504
0.034	0.00443	-1.4685	-2.3536	0.3171	0.3208	0.1006	0.1029	0.1017
0.042	0.00485	-1.3768	-2.3143	0.3565	0.4126	0.1271	0.1702	0.1471
Σ		-16.1042	-24.0366			0.8888	0.9433	0.9088
Rata-rata		-1.7894	-2.6707					

Dengan Y = jarak pergerakan sedimen dan X = debit aliran, maka dari tabel di atas diperoleh persamaan $\bar{Y} = 11 \times 10^{-3} X^{0,0915}$ yang dapat digunakan untuk memprediksi jarak pergerakan sedimen apabila debit aliran diketahui. Dengan cara yang sama diperoleh hubungan debit terhadap muatan sedimen dengan persamaan $\bar{Y} = 8,7317X^{1,0302}$.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- a. Pada debit $4.85 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$ muatan sedimen lebih besar dibanding dengan debit yang lain yang lebih kecil sehingga semakin besar debit aliran, muatan sedimen yang terbawa aliran semakin banyak dan endapan sedimen rendah.
- b. Terdapat pengaruh yang sangat kuat antara debit dan pergerakan sedimen dan demikian juga halnya antara debit terhadap muatan sedimen

5.2. Saran

- a. Untuk penelitian selanjutnya, panjang saluran perlu diperpanjang serta durasi penelitian uji sedimen pada aliran dapat ditambah, sehingga dapat dilihat pengaruh waktu terhadap pergerakan sedimen.
- b. Perlu dilakukan penelitian untuk menyelidiki pengaruh variasi diameter butiran terhadap pergerakan sedimen dalam kaitannya dengan debit aliran.

DAFTAR PUSTAKA

- Rawiyah Husnan, 2007, *Jurnal Teknik Sipil, Volume 5. No.2, Desember 2007, Intensitas Bed Load Sungai Sibonga*, <http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/TJ/article/viewFile>.
- Yulianto P, 2005, *Tesis Jastifikasi Pemakian Model Numerik Dua Dimensi (2D) Transport Sedimen Di muara*, UI, Jakarta, <http://eprints.lib.ui.ac.id/13794/1/85585>
- Jurnal Geologi, 2010, *Transportasi Sedimen*. <http://jurnal-geologi.blogspot.com>.
- Tahajuddin, 2011, *Buku Ajar PSDA 1*, <http://www.scribd.com/doc/56712608/Buku-Ajar-PSDA-1>.
- Schwab, G., O., et al, 1992, *Soil and Water Conservation Engineering*, 4th Edition hardcover 528 pages August 1992.
- Soewarno, 1991, *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai*, NOVA, Bandung.
- Soewarno, 1995, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, NOVA, Bandung.
- Suripin, 2001, *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*, penerbit Andi offset, Yogyakarta
- Vanoni, V. A., 1977, *Sedimentation Engineering*, Headquarters of The Society, New York, N.Y. 10017, pp 95-101.
- Ven Te Chow, 1997, *Hidrolika saluran terbuka*, Penerbit Erlangga, Ciracas, Jakarta.