

## **VOLUME ANGKUTAN SEDIMEN DIPENGARUHI OLEH KECEPATAN ALIRAN KAJIAN : LABORATORIUM**

Subary Adinegara<sup>1</sup>

### **ABSTRACT**

*The volume of sediment transport in a river can be predicted by various formula such as Meyer-Peter, Schoklitsch, Kalinske and Enstein. The application of those formula result in high navigation raising the questions of which formula is appropriate. This paper presents the evaluation of an appropriate sediment transport formula by comparing the result of laboratory experiment with the analytical result. It is found that for the range of data analysed, the Schoklitsch formula is more appropriate.*

**Keywords** : sediment transport, laboratory experiment

### **PENDAHULUAN**

Pengendapan umumnya merupakan akibat adanya erosi dan sebagai perantara utamanya adalah air. Di sungai ataupun saluran – saluran irigasi, jika terjadi pengendapan akan menyebabkan pendangkalan dan hal ini sangat berpengaruh bagi kehidupan manusia. Hasil sedimen dari suatu daerah pengaliran tertentu dapat ditentukan dengan melakukan pengukuran pengangkutan sedimen yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran dan hal tersebut dapat menentukan ukuran dari volume sedimen. Pengetahuan mengenai Angkutan Sedimen (*Sediment Transport*) merupakan dasar untuk perancangan bangunan – bangunan pengendali sungai ataupun saluran – saluran irigasi, perbaikan navigasi, perancangan bangunan pelindung pantai, pelabuhan / dermaga dan bangunan – bangunan lainnya.

### **PERUMUSAN MASALAH**

Perumusan Masalah pada penelitian ini adalah :

1. Analisa dan perhitungan kecepatan aliran terhadap volume angkutan sedimen.
2. Menghitung Volume Angkutan Sedimen

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Angkutan sedimen di Indonesia memiliki sifat lebih bervariasi dan spesifik yang disebabkan sifat sungai yang berbeda. Selain itu adanya perbedaan dengan jenis endapan dan keadaan musim yaitu musim hujan dan kemarau. Hasil sedimen dari suatu daerah pengaliran tertentu dapat ditentukan dengan pengukuran sedimen pada titik kontrol alur sungai atau dengan menggunakan rumus – rumus empiris atau semi empiris. Pengukuran angkutan sedimen dapat menggunakan rumus – rumus pendekatan di bawah ini :

---

<sup>1</sup> - Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Sriwijaya Palembang  
- Magister Teknik Sipil Universitas Sriwijaya Palembang

1. Rumus Meyer – Peter :

$$\frac{\gamma \cdot R_b \cdot (k/k')^{3/2}}{D \cdot (\gamma_s - \gamma)} - 0,047 = 0,253 \sqrt{\rho} \frac{(q'_B)^{2/3}}{D \cdot (\gamma_s - \gamma)}$$

$$q_B = q'_B \frac{\gamma_s}{(\gamma_s - \gamma)}$$

$$Q_B = B \cdot q_B$$

2. Rumus Schoklitsch :

$$q_B = 2500 S^{3/2} (q - q_c)$$

$$q = d \cdot u$$

$$q_c = \frac{(1944) \cdot (10^{-5} \cdot D)}{S^{4/3}}$$

$$Q_B = B \cdot q_B$$

3. Rumus Kalinske :

$$\frac{q_s}{U^* \cdot D} = f\left(\frac{\tau_c}{\tau_o}\right)$$

$$q_B = q_s \cdot \gamma_s$$

$$Q_B = B \cdot q_B$$

4. Rumus Einstein :

$$\phi = f(\psi)$$

$$\psi = \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \cdot \frac{D}{S \cdot R_b}$$

$$\phi = \frac{q_B}{\gamma_s} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_s - \rho} \frac{1}{g \cdot D^3}}$$

$$Q_B = B \cdot q_B$$

Dengan:

- k/k' : Koefisien kekasaran saluran
- R<sub>b</sub> : Jari – jari hidrolis (m)
- D : Diameter butir sedimen (mm)
- U : Kecepatan aliran (m/detik)
- U\* : Kecepatan geser
- S : Kemiringan saluran
- d : Kedalaman aliran (m)
- γ<sub>w</sub> : Berat jenis air ( kg/m<sup>3</sup>)
- γ<sub>s</sub> : Berat jenis sedimen ( kg/m<sup>3</sup>)
- τ<sub>o</sub> : Tegangan Geser (kg/m<sup>2</sup>)

τ<sub>er</sub> : Tegangan Kritis (kg/m<sup>2</sup>)

ψ : Intensitas geser pada butir sedimen

φ : Intensitas transport pada butir sedimen

q<sub>B</sub> : Laju beban alas (kg/(detik)(m))

q<sub>c</sub> : Laju perpindahan sedimen (kg/(detik)(m))

Q<sub>B</sub> : Berat sedimen per satuan waktu (kg/(detik)(m))

Persamaan diatas digunakan untuk perkiraan pengangkutan sedimen. Karena itu dapat memberikan perkiraan keragaman dalam laju dan volume yang dimungkinkan. Sebenarnya tidak ada pengganti yang sejati untuk mengambil alih pengukuran laju pengangkutan sedimen paling sedikit harus ada pengukuran yang diperoleh dan dibandingkan dengan hasil perhitungan.

Rumus – rumus yang hasilnya paling mendekati hasil pengukuran dapat dipergunakan dengan keyakinan lebih besar untuk meramal besarnya pengangkutan sedimen pada keadaan aliran yang berbeda – beda.

## TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. Gambaran dari teori – teori yang ada, tentang sifat sedimen dengan perbedaan kecepatan pada diameter tertentu melalui penelitian di Laboratorium Air, Fakultas Teknik Sipil Unsri Palembang.
2. Meneliti pengaruh kecepatan aliran yang bervariasi terhadap hasil volume sedimen itu sendiri.

## PERCOBAAN DI LABORATORIUM

### 1. Bahan

Bahan yang digunakan sebagai bahan sedimen adalah pasir dari Desa Talang

Balai (Kab.OKI). Pasir hasil analisa saringan dan ukuran besar butir pasir diambil adalah 0,85 mm (lolos saringan #20)

2. Alat yang digunakan :
  - a. Alat analisa butiran sedimen
    - Timbangan
    - Alat Penggetar
    - Saringan dengan ukuran No:20 (Standar ASTM) dan pan.
    - Kuas, sikat, sendok
  - b. Alat penelitian yang digunakan
    - Titling Flume (Saluran Terbuka)
      - Panjang : 1000 cm
      - Lebar : 30 cm
      - Tinggi : 60 cm
    - Point Gauge
    - V. Notch Weir
    - Stopwatch
    - Bak penampung air dan ember.
3. a. Analisa butiran bahan sedimen pada penelitian ini pasir digunakan sebagai bahan dasar sedimen saluran dan dianalisa di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Unsri.

Proses pelaksanaannya :

- Ambil sample pasir yang akan digunakan sebagai bahan penelitian.
- Masukkan pasir ke dalam saringan No:20 (Standard ASTM)
- Hidupkan alat penggetar
- Ulangi prosedur diatas, untuk mengambil sample pasir yang diperlukan dalam penelitian.

- b. Pengamatan proses Pengangkutan Sedimen.

Pengamatan yang dilakukan di Laboratorium Uji Model Hidrolika Fakultas Teknik Sipil Unsri. Penelitian ini dilakukan dengan debit dan kecepatan aliran yang bervariasi agar dapat membandingkan hasil sedimen

yang terjadi dari berbagai macam debit dan kecepatan aliran.

Prosedur Pelaksanaan :

- Siapkan pasir dengan ukuran 0,85 mm (lolos saringan No:20 standard ASTM)
- Pasang batang penahan dengan jarak 100 cm, tinggi 3,5 cm, lebar 30 cm
- Hidupkan alat Tittling Flume untuk mengalirkan pada saluran tersebut.
- Atur debit dan kecepatan, hingga pasir bergerak tetapi aliran tetap pada kondisi air jernih.
- Ukur ketinggian muka air dengan alat V-Notch Weir dengan Point Gauge
- Matikan alat setelah 60 menit dan hitung Volume endapan yang terjadi setelah pasir dikeringkan.
- Ulangi prosedur diatas untuk debit dan kecepatan aliran yang berbeda.

### PERCOBAAN :

#### 1. Data Pengecekan Alat

Tabel 1. Data Pengecekan Alat

No	Tinggi V-Notch Weir (m)	Waktu Stopwatch (detik)	Tinggi Muka Air (m)
1	0.015	115.5	0.090
2	0.019	83	0.094
3	0.025	60	0.100
4	0.031	48	0.106
5	0.035	33	0.110
6	0.041	20.4	0.116
7	0.045	13	0.120
8	0.049	10.8	0.124
9	0.055	7.8	0.130
10	0.063	4.9	0.138

2. Pengamatan Pengangkutan Sedimen

Pada pengamatan pengangkutan sedimen dengan diameter pasir = 0,85 mm endapan diperoleh data sebagai berikut :

• Pengamatan 1

- Berat awal sedimen : 14,6 kg

- Volume awal sedimen :  $\frac{14.6 \text{ kg}}{\rho_s - \rho_w}$

$$= \frac{14.6 \text{ kg}}{2650 \text{ kg} / \text{m}^3 - 1000 \text{ kg} / \text{m}^3}$$

$$= \frac{14.6 \text{ kg}}{1650 \text{ kg} / \text{m}^3} = 0.00885 \text{ m}^3$$

- Berat sedimen hasil pengangkutan: 10.8 kg

- Volume sedimen hasil pengangkutan :

$$\frac{10.8 \text{ kg}}{\rho_s - \rho_w} = \frac{10.8 \text{ kg}}{2650 \text{ kg} / \text{m}^3 - 1000 \text{ kg} / \text{m}^3} = \frac{10.8 \text{ kg}}{1650 \text{ kg} / \text{m}^3}$$

$$= 0.00655 \text{ m}^3$$

• Pengamatan 2 :

- Berat awal sedimen : 14,6 kg

- Volume awal sedimen :  $\frac{14.6 \text{ kg}}{\rho_s - \rho_w}$

$$= \frac{14.6 \text{ kg}}{2650 \text{ kg} / \text{m}^3 - 1000 \text{ kg} / \text{m}^3}$$

$$= \frac{14.6 \text{ kg}}{1650 \text{ kg} / \text{m}^3} = 0.00885 \text{ m}^3$$

- Berat sedimen hasil pengangkutan: 11.4 kg

- Volume sedimen hasil pengangkutan :

$$\frac{11.4 \text{ kg}}{\rho_s - \rho_w} = \frac{11.4 \text{ kg}}{2650 \text{ kg} / \text{m}^3 - 1000 \text{ kg} / \text{m}^3} = \frac{11.4 \text{ kg}}{1650 \text{ kg} / \text{m}^3}$$

$$= 0.00691 \text{ m}^3$$

• Pengamatan 3 :

- Berat awal sedimen : 14,6 kg

- Volume awal sedimen :  $\frac{14.6 \text{ kg}}{\rho_s - \rho_w}$

$$= \frac{14.6 \text{ kg}}{2650 \text{ kg} / \text{m}^3 - 1000 \text{ kg} / \text{m}^3}$$

$$= \frac{14.6 \text{ kg}}{1650 \text{ kg} / \text{m}^3} = 0.00885 \text{ m}^3$$

- Berat sedimen hasil pengangkutan : 12.2 kg

- Volume sedimen hasil pengangkutan :

$$\frac{12.2 \text{ kg}}{\rho_s - \rho_w} = \frac{12.2 \text{ kg}}{2650 \text{ kg} / \text{m}^3 - 1000 \text{ kg} / \text{m}^3} = \frac{12.2 \text{ kg}}{1650 \text{ kg} / \text{m}^3}$$

$$= 0.00739 \text{ m}^3$$

• Pengamatan 4 :

- Berat awal sedimen : 14,6 kg

- Volume awal sedimen :  $\frac{14.6 \text{ kg}}{\rho_s - \rho_w}$

$$= \frac{14.6 \text{ kg}}{2650 \text{ kg} / \text{m}^3 - 1000 \text{ kg} / \text{m}^3}$$

$$= \frac{14.6 \text{ kg}}{1650 \text{ kg} / \text{m}^3} = 0.00885 \text{ m}^3$$

- Berat sedimen hasil pengangkutan: 12.9 kg

- Volume sedimen hasil pengangkutan :

$$\frac{12.9 \text{ kg}}{\rho_s - \rho_w} = \frac{12.9 \text{ kg}}{2650 \text{ kg} / \text{m}^3 - 1000 \text{ kg} / \text{m}^3} = \frac{12.9 \text{ kg}}{1650 \text{ kg} / \text{m}^3}$$

$$= 0.00885 \text{ m}^3$$

• Pengamatan 5 :

- Berat awal sedimen : 14,6 kg

- Volume awal sedimen :  $\frac{14.6 \text{ kg}}{\rho_s - \rho_w}$

$$= \frac{14.6 \text{ kg}}{2650 \text{ kg} / \text{m}^3 - 1000 \text{ kg} / \text{m}^3}$$

$$= \frac{14.6 \text{ kg}}{1650 \text{ kg} / \text{m}^3} = 0.00885 \text{ m}^3$$

- Berat sedimen hasil pengangkutan: 13.8 kg

- Volume sedimen hasil pengangkutan :

$$\frac{13.8 \text{ kg}}{\rho_s - \rho_w} = \frac{13.8 \text{ kg}}{2650 \text{ kg} / \text{m}^3 - 1000 \text{ kg} / \text{m}^3} = \frac{13.8 \text{ kg}}{1650 \text{ kg} / \text{m}^3}$$

$$= 0.00836 \text{ m}^3$$

3. Berat Volume Pengangkutan Sedimen (waktu = 60 menit)

Tabel 2. Hasil Berat Volume Pengangkutan Sedimen (waktu = 60 menit)

Pengamatan	Kec. Aliran (m/detik)	Volume Awal Sedimen (m <sup>3</sup> )	Tinggi V-Notch Weir (m)	Kedalaman Aliran (m)	Vol. Hasil Pengkutan (m <sup>3</sup> )
1	0.2812	0.00885	0.105	0.085	0.00655
2	0.2983	0.00885	0.110	0.090	0.00691
3	0.3158	0.00885	0.115	0.095	0.00739
4	0.3337	0.00885	0.120	0.100	0.00782
5	0.3520	0.00885	0.125	0.105	0.00836

4. Menentukan Harga Debit (Q) yang digunakan dalam Pengamatan

Data di atas dimaksudkan ke dalam persamaan rumus V-Notch Weir dan hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut :

• Pengamatan 1 :

$$Q_1 = C_d \cdot \sqrt{2g \cdot Tg} \cdot H^{5/2}$$

$$Q_1 = 0,85 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8} Tg45^\circ (0,105)^{5/2}$$

$$Q_1 = 0,00717000 m^3 / \text{detik}$$

• Pengamatan 2 :

$$Q_1 = C_d \cdot \sqrt{2g \cdot Tg} \cdot H^{5/2}$$

$$Q_1 = 0,85 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8} Tg45^\circ (0,110)^{5/2}$$

$$Q_1 = 0,00805429 m^3 / \text{detik}$$

• Pengamatan 3 :

$$Q_1 = C_d \cdot \sqrt{2g \cdot Tg} \cdot H^{5/2}$$

$$Q_1 = 0,85 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8} Tg45^\circ (0,115)^{5/2}$$

$$Q_1 = 0,00900010 m^3 / \text{detik}$$

• Pengamatan 4 :

$$Q_1 = C_d \cdot \sqrt{2g \cdot Tg} \cdot H^{5/2}$$

$$Q_1 = 0,85 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8} Tg45^\circ (0,120)^{5/2}$$

$$Q_1 = 0,01001149 m^3 / \text{detik}$$

• Pengamatan 5 :

$$Q_1 = C_d \cdot \sqrt{2g \cdot Tg} \cdot H^{5/2}$$

$$Q_1 = 0,85 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8} Tg45^\circ (0,125)^{5/2}$$

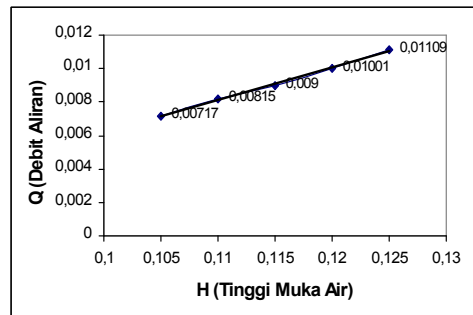
$$Q_1 = 0,01108717 m^3 / \text{detik}$$

Hasil perhitungan debit aliran (Q) dengan tinggi muka air V-Notch Weir (H) dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 3. Hasil perhitungan debit aliran (Q) dengan tinggi muka air V-Notch Weir (H)

Pengamatan	Tinggi V-Notch Weir (H) (m)	Debit Aliran (Q) (m <sup>3</sup> /detik)
1	0.105	0.00717000
2	0.110	0.00815249
3	0.115	0.00900010
4	0.120	0.01001149
5	0.125	0.01108717

Hubungan antara tinggi V-Notch Weir (H) dengan debit aliran (Q) di atas digambarkan seperti pada grafik berikut ini :



Gambar 1. Hubungan H(meter) dan Q(m<sup>3</sup>/detik)

5. Menghitung Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran diperlukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap hasil sedimen bila kecepatan alirannya berbeda. Untuk itu kecepatan aliran perlu dicari dengan menggunakan rumus :

$$U = \frac{Q}{A}$$

Dimana :

U : Kecepatan aliran (m/detik)

Q : Debit aliran (m<sup>3</sup>/detik)

A : Luas penampang saluran (m<sup>2</sup>)

Dari hasil perhitungan debit aliran (Q) di atas, maka dapat dihitung harga kecepatan aliran (U) dengan rumus kecepatan aliran (U=Q/A) dan didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

• Pengamatan 1 :

$$U_1 = \frac{Q_1}{A}$$

$$U_1 = \frac{Q_1}{b \cdot y_1}$$

$$U_1 = \frac{0.00717000 \text{ m}^3 / \text{det ik}}{0.30 \text{ m} \cdot 0.085 \text{ m}}$$

$$U_1 = 0.2812 \text{ m / det ik}$$

• Pengamatan 2 :

$$U_2 = \frac{Q_2}{A}$$

$$U_2 = \frac{Q_2}{b \cdot y_2}$$

$$U_2 = \frac{0.00805429 \text{ m}^3 / \text{det ik}}{0.30 \text{ m} \cdot 0.090 \text{ m}}$$

$$U_2 = 0.2983 \text{ m / det ik}$$

• Pengamatan 3 :

$$U_3 = \frac{Q_3}{A}$$

$$U_3 = \frac{Q_3}{b \cdot y_{31}}$$

$$U_3 = \frac{0.00900010 \text{ m}^3 / \text{det ik}}{0.30 \text{ m} \cdot 0.095 \text{ m}}$$

$$U_3 = 0.3158 \text{ m / det ik}$$

• Pengamatan 4 :

$$U_4 = \frac{Q_4}{A}$$

$$U_4 = \frac{Q_4}{b \cdot y_4}$$

$$U_4 = \frac{0.01001149 \text{ m}^3 / \text{det ik}}{0.30 \text{ m} \cdot 0.100 \text{ m}}$$

$$U_4 = 0.3337 \text{ m / det ik}$$

• Pengamatan 5 :

$$U_5 = \frac{Q_5}{A}$$

$$U_5 = \frac{Q_5}{b \cdot y_{51}}$$

$$U_5 = \frac{0.01108717 \text{ m}^3 / \text{det ik}}{0.30 \text{ m} \cdot 0.105 \text{ m}}$$

$$U_5 = 0.3520 \text{ m / det ik}$$

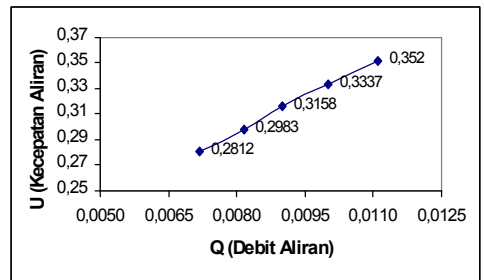
Perhitungan debit aliran (Q) dan kecepatan aliran yang terjadi dalam pengamatan proses pengangkutan sedimen di atas dapat dilihat dalam tabel berikut ini :

6. Hasil Perhitungan Debit Aliran (Q) dan Kecepatan Aliran (U)

Tabel 4. Hasil Perhitungan Debit Aliran (Q) dan Kecepatan Aliran (U)

Pengamatan	Debit Aliran (Q) (m <sup>3</sup> /detik)	Kecepatan Aliran (U) (m/detik)
1	0.00717000	0.2812
2	0.00815249	0.2983
3	0.00900010	0.3158
4	0.01001149	0.3337
5	0.01108717	0.3520

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat dalam bentuk grafik di bawah ini :



Gambar 2. Grafik Hubungan Debit Aliran (Q) dan Kecepatan Aliran (U)

7. Perhitungan Pengangkutan Sedimen

Perhitungan pengangkutan sedimen ini dimaksudkan untuk mengetahui besarnya laju sedimen yang terbawa oleh aliran air, untuk menganalisa besarnya pengangkutan sedimen yang terbawa oleh aliran air menggunakan rumus yang telah dibahas. Persamaan yang digunakan adalah persamaan

yang mendekati hasil pengamatan yang dilakukan, dengan memasukkan data dari pengamatan. Sehingga didapatkan sebuah rumus yang mendekati hasil pengangkutan sedimen yang dilakukan dalam pengamatan.

Data hasil pengamatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

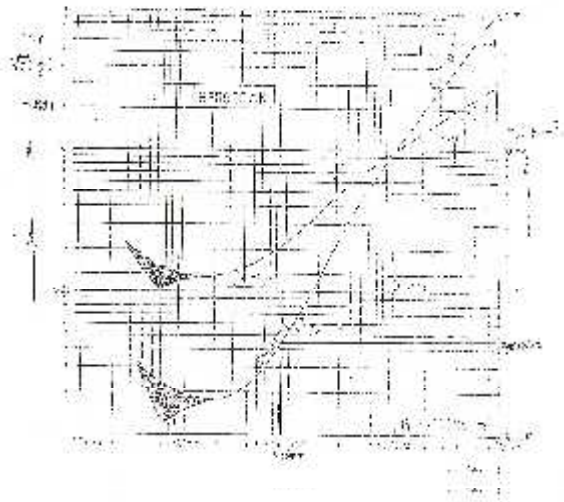
8. Data Hasil Pengamatan

Tabel 5. Data Hasil Pengamatan

Di Pasir (mm)	B (m)	H (m)	S	$\rho_w$ kg/m <sup>3</sup>	$\rho_s$ kg/m <sup>3</sup>	$\tau_o$ kg/m <sup>2</sup>	$\tau_{cr}$ kg/m <sup>2</sup>	U m/det	U m/det
0.85	0.3	0.0085	0.002	1000	2650	1.666	0.45	0.2812	0.0408
0.85	0.3	0.090	0.002	1000	2650	1.764	0.45	0.2983	0.0420
0.85	0.3	0.095	0.002	1000	2650	1.862	0.45	0.3158	0.0431
0.85	0.3	0.100	0.002	1000	2650	1.960	0.45	0.3370	0.0443
0.85	0.3	0.105	0.002	1000	2650	2.058	0.45	0.3520	0.0454

Dimana :

- $\tau_o$  : Tegangan Geser ( $\tau_o = \rho_w \cdot g \cdot h \cdot S$ )
- $\tau_{er}$  : Tegangan geser kritis (didapat dari grafik Shield)
- U : Kecepatan aliran
- U\* : Kecepatan geser ( $U^* = \sqrt{ghS}$ )
- $\rho_w$  : Rapat massa air
- $\rho_s$  : Rapat massa sedimen
- B : Lebar dasar saluran
- H : Kedalaman aliran
- S : Kemiringan saluran



Gambar 3. Grafik Shield

Adapun data yang digunakan untuk contoh perhitungan adalah data pada pengamatan 1 dan rumus pengangkutan sedimen dapat dirinci sebagai berikut :

1. Rumus Meyer – Peter :

$$\frac{\gamma.R_b.(k/k')^{3/2}}{D.(\gamma_s - \gamma)} - 0.047 = 0.25\sqrt{\rho} \frac{(q'_B)^{2/3}}{(0.85.10^{-3})(1.65)}$$

(k/k') dianggap = 1 dan R<sub>b</sub> = h

$$\frac{(1)(0.085)(1)^{3/2}}{(0.85.10^{-3})(1.65)} - 0.047 = 0.25\sqrt{\frac{1000}{9.8}} \frac{(q'_B)^{2/3}}{(0.85.10^{-3})(1.65)}$$

$$60.601 - 0.047 = \frac{(0.25)(4.67)}{0.00143} (q'_B)^{2/3}$$

$$60.554 = 832.442(q'_B)^{2/3}$$

$$q'_B = (0,0727)^{3/2} = 0,01962 \text{ kg / (det ik)(m)}$$

$$q_B = q'_B \frac{\gamma_s}{(\gamma_s - \gamma)} = 0,01962 \frac{2.65}{1.65} = 0.03151 \text{ kg / (det ik)(m)}$$

$$Q_B = B.q_B = (0,3)(0,31495) = 0,00945 \text{ kg / det ik}$$

Volumepengangkutan sedimen (t = 60 menit)

$$= \frac{0.00945 \text{ kg / det}}{1650 \text{ kg / m}^3} .3600 \text{ det ik} = 0.0206 \text{ m}^3$$

2. Rumus Schocklitsch :

$$q_B = 2500.S^{3/2} (q - q_c)$$

$$q = d.U = (0,085).(0,2812) = 0,023902 \text{ m}^3 / (\text{det ik})(m)$$

$$q_c = \frac{(1,944)(10^{-5}.D)}{S^{4/3}} = \frac{(1,944)(10^{-5}).(0.85.10^{-3})}{(0.002)^{4/3}}$$

$$= 0.00006558 \text{ kg / (det ik)(m)}$$

Volume pengangkutan sedimen (t=60 menit)

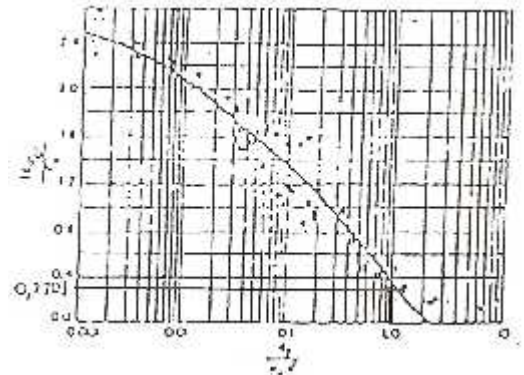
$$= \frac{0.001599 \text{ kg / det}}{1650 \text{ kg / m}^3} .3600 \text{ det}$$

$$= 0,00349 \text{ m}^3$$

3. Rumus Kalinske :

$$\frac{q_s}{U^*.D} = f\left(\frac{\tau_c}{\tau_o}\right)$$

$$\frac{\tau_c}{\tau_o} = \frac{0.45}{1.66} = 0.2701, \text{ dari gambar didapat } \frac{q_s}{U^*.D} = 1$$



Gambar 4. Grafik Persamaan Beban Alas Kalinske

$$q_s = U^*.D = (0,0408).(0.85.10^{-3})$$

$$= 0.00003468 \text{ kg / (det ik)(m)}$$

$$q_B = q_s . \gamma_s = (0.00003468).(2650)$$

$$= 0.091902 \text{ kg / (det ik)(m)}$$

$$Q_B = B.q_B = (0,3).(0.091902) = 0.027571 \text{ kg / det ik}$$

Volumepengangkutan sedimen (t = 60 menit)

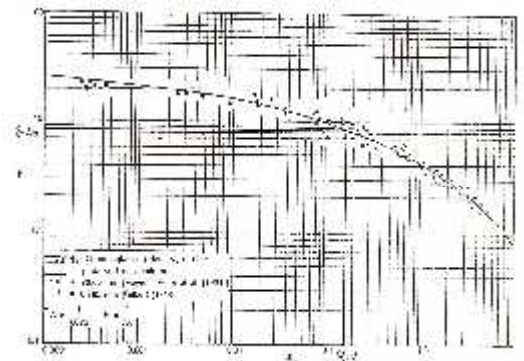
$$= \frac{0.027571 \text{ kg / det}}{1650 \text{ kg / m}^3} .3600 \text{ det} = 0.06155 \text{ m}^3$$

4. Rumus Einstein :

$$\phi = f(\psi)$$

$$\psi = \frac{\rho_s - \rho}{\rho} . \frac{D}{S.R_b} = \frac{1.65}{1} . \frac{(0.85.10^{-3})}{(0.002).(0.085)} = 8.25$$

Dari gambar didapat  $\phi = 0,18$



Gambar 5. Grafik Hubungan  $\phi - \psi$

Volume Angkutan Sedimen Dipengaruhi Oleh Kecepatan Aliran

$$\phi = \frac{q_B}{\gamma_s} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_s - \rho} \frac{1}{g \cdot D^3}} = \frac{q_B}{2650} \sqrt{\frac{1}{1.65 (9.8)(0.85 \cdot 10^{-3})}} = \frac{0.014259 \text{ kg/det}}{1650 \text{ kg/m}^3} \cdot 3600 \text{ det} = 0.03111 \text{ m}^3$$

0,18 = 3.787 q<sub>B</sub>  
 q<sub>B</sub> = 0.04753 kg/(detik)(m)  
 Q<sub>B</sub> = B.q<sub>B</sub> = (0,3).(0.04753) = 0.014259 kg/detik

Perhitungan selanjutnya dengan menggunakan rumus – rumus pendekatan di atas :

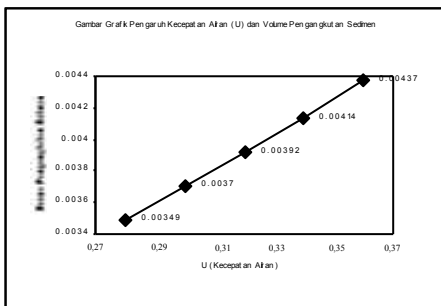
Volume pengangkutan sedimen (t=60 menit)

9. Hasil Perhitungan Volume Angkutan Sedimen

Tabel 6. Hasil Perhitungan Volume Angkutan Sedimen

Pengamatan	Kec. Aliran m/detik	Vol.Angkutan Sedimen Perhit.Rms(m <sup>3</sup> )				Vol. Angkutan Sedimen Lapangan (m <sup>3</sup> )
		Rumus Meyer-Peter (m <sup>3</sup> )	Rumus Schocklitsch (m <sup>3</sup> )	Rumus Kalinske (m <sup>3</sup> )	Rumus Enstein (m <sup>3</sup> )	
1	0.2812	0.02061	0.00349	0.06155	0.03111	0.00655
2	0.2983	0.02248	0.00370	0.05573	0.03457	0.00691
3	0.3158	0.02437	0.00392	0.05084	0.04321	0.00739
4	0.3337	0.02632	0.00414	0.04572	0.05185	0.00782
5	0.3520	0.02832	0.00437	0.02677	0.06914	0.00836

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa persamaan rumus yang mendekati dengan hasil pengamatan di laboratorium adalah rumus *Schocklitsch* dan grafiknya dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 6. Grafik Pengaruh Kecepatan Aliran (U) dan Volume Pengangkutan Sedimen

LAMPIRAN DATA – DATA YANG DIHASILKAN

Tabel 7. Data volume pengangkutan sedimen (waktu = 60 menit)

Pengamatan	Kec. Aliran (m/dtk)	Volume Awal Sedimen (m <sup>3</sup> )	Tinggi V-Notch Weir (m)	Kedalaman Aliran (m)	Vol. Hasil Pengkutan (m <sup>3</sup> )
1	0.2812	0.00885	0.105	0.085	0.00655
2	0.2983	0.00885	0.110	0.090	0.00691
3	0.3158	0.00885	0.115	0.095	0.00739
4	0.3337	0.00885	0.120	0.100	0.00782
5	0.3520	0.00885	0.125	0.105	0.00836

Tabel 8. Data kedalaman aliran dengan tinggi V-Notch Weir

Pengamatan	Tinggi V-Notch Weir (H) (m)	Kedalaman Aliran (Y) (m <sup>3</sup> /detik)
1	0.105	0.085
2	0.110	0.090
3	0.115	0.095
4	0.120	0.100
5	0.125	0.105

Tabel 9. Hasil perhitungan debit aliran dengan rumus V-Notch Weir

Pengamatan	Tinggi V-Notch Weir (H) (m)	Debit Aliran (Q) (m <sup>3</sup> /detik)
1	0.105	0.00717000
2	0.110	0.00815249
3	0.115	0.00900010
4	0.120	0.01001149
5	0.125	0.01108717

Tabel 10. Hasil Perhitungan debit aliran (Q) dan kecepatan aliran (U)

Pengamatan	Debit Aliran (Q) (m <sup>3</sup> /detik)	Kecepatan Aliran (U) (m/detik)
1	0.00717000	0.2812
2	0.00815249	0.2983
3	0.00900010	0.3158
4	0.01001149	0.3337
5	0.01108717	0.3520

Tabel 11. Data hasil pengamatan

Di Pasir (mm)	B (m)	H (m)	S	$\rho_w$ kg/m <sup>3</sup>	$\rho_s$ kg/m <sup>3</sup>	$\tau_o$ kg/m <sup>2</sup>	$\tau_{cr}$ kg/m <sup>2</sup>	U m/det	U m/det
0.85	0.3	0.0085	0.002	1000	2650	1.666	0.45	0.2812	0.0408
0.85	0.3	0.090	0.002	1000	2650	1.764	0.45	0.2983	0.0420
0.85	0.3	0.095	0.002	1000	2650	1.862	0.45	0.3158	0.0431
0.85	0.3	0.100	0.002	1000	2650	1.960	0.45	0.3370	0.0443
0.85	0.3	0.105	0.002	1000	2650	2.058	0.45	0.3520	0.0454

Tabel 12. Hasil Perhitungan Volume Angkutan Sedimen

Pengamatan	Kec. Aliran m/detik	Vol. Angkutan Sedimen Perhit. Rms (m <sup>3</sup> )				Vol. Angkutan Sedimen Lapangan (m <sup>3</sup> )
		Rumus Meyer-Peter (m <sup>3</sup> )	Rumus Schocklitsch (m <sup>3</sup> )	Rumus Kalinske (m <sup>3</sup> )	Rumus Einstein (m <sup>3</sup> )	
1	0.2812	0.02061	0.00349	0.06155	0.03111	0.00655
2	0.2983	0.02248	0.00370	0.05573	0.03457	0.00691
3	0.3158	0.02437	0.00392	0.05084	0.04321	0.00739
4	0.3337	0.02632	0.00414	0.04572	0.05185	0.00782
5	0.3520	0.02832	0.00437	0.02677	0.06914	0.00836

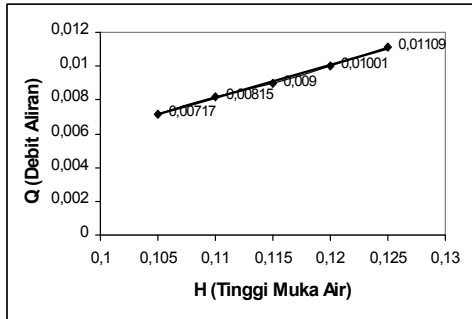
Tabel 13. Perbandingan volume pengangkutan sedimen (waktu=60 menit)

Pengamatan	Kecepatan Aliran (m/detik)	Volume pengangkutan Sedimen (Lapangan) (m <sup>3</sup> )	Volume pengangkutan Sedimen (Lapangan) (m <sup>3</sup> )	Volume pengangkutan Sedimen Lapangan (m <sup>3</sup> )
1	0.2812	0.00655	0.00349	1.8768
2	0.2983	0.00691	0.00370	1.8676
3	0.3158	0.00739	0.00392	1.8852
4	0.3337	0.00782	0.00414	1.8889
5	0.3520	0.00836	0.00437	1.9130

## Volume Angkutan Sedimen Dipengaruhi Oleh Kecepatan Aliran

Dari penelitian diperoleh data– data dan hasilnya digunakan untuk diolah dengan rumus – rumus pendekatan yang dinyatakan dengan menggunakan grafik – grafik di bawah ini :

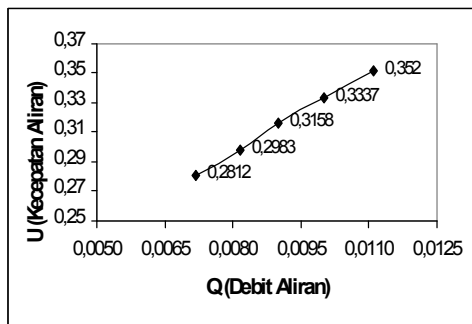
### 1. Hubungan antara tinggi V-Notch Weir (H) dengan debit aliran (Q)



Gambar 7. Hubungan Tinggi Muka Air H (meter) dan Debit Aliran Q ( $m^3/detik$ )

### 2. Hubungan Debit Aliran (Q) dan Kecepatan Aliran (U)

Debit aliran yang terjadi semakin besar maka kecepatan aliran akan bertambah besar pula seperti grafik di bawah ini :

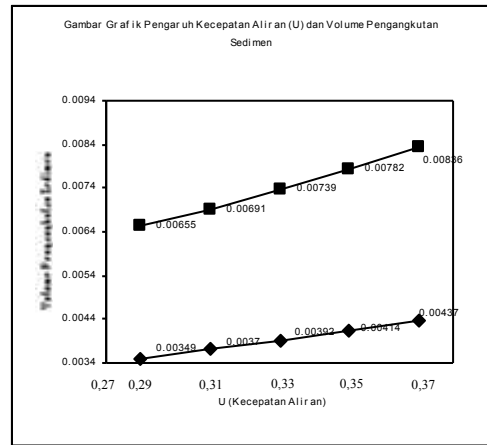


Gambar Grafik Pengaruh Kecepatan Aliran (U) dan Volume Angkutan Sedimen

### 3. Hasil Perhitungan Rumus

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa persamaan rumus yang mendekati dengan hasil pengamatan di laboratorium

adalah rumus *Schocklitsch* dan grafiknya dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 8. Grafik Pengaruh Kecepatan Aliran (U) dan Volume Angkutan Sedimen

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium Uji Model Hidrolika Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan analisa data, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Volume pengangkutan sedimen yang terjadi adalah akibat adanya pengaruh kecepatan aliran, dimana kecepatan aliran bertambah besar maka volume pengangkutan sedimennya semakin besar pula.
- Perhitungan volume pengangkutan sedimen menggunakan rumus pendekatan yaitu rumus Schocklitsch, dimana rumus tersebut memasukkan faktor U (kecepatan aliran) yang sangat berpengaruh pada terjadinya volume pengangkutan sedimen.

Adapun rumusnya adalah sebagai berikut:

$$q_B = 2500S^{3/2}(q - qc)$$

$$q = d.U$$

$$qc = \frac{(1944).(10^{-5}.D)}{S^{4/3}}$$

$$Q_B = B.q_B$$

- c. Rumus – rumus pengangkutan sedimen dalam perkembangannya didasarkan atas data – data yang sesuai dengan keadaan sebenarnya termasuk semua kondisi aliran yang berbeda, akan memberikan hasil yang mendekati dengan kenyataan. Oleh karena itu yang hasilnya paling mendekati hasil pengukuran dapat digunakan untuk meramalkan besarnya pengangkutan sedimen pada keadaan aliran yang berbeda.

### **SARAN**

Untuk penelitian selanjutnya dilakukan pengamatan untuk jenis sedimen yang lebih bervariasi dan spesifik.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Cahyono, DR,Ir, *Kuliah Angkutan Sedimen*, Pasca Sarjana Teknik Sipil Unsri, 2002

*Diktat Angkutan Sedimen*, Dep P dan K Program Pendidikan SP<sub>1</sub>-PSDA Kerjasama Dep. PU-ITB, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan ITB, 1997

Linsley Jr, Ray K, A. Kohler,Max, Paulhus, Yoseph L.H, *Hydrologi for enggineers*, International Student Edition

Mardjikoen, Pragnyono, *Transportasi Sedimen*, UGM

Soekarno, Indratmo, DR,Ir,MS,*Diktat Morfologi dan Hidrolika Sungai*, Kelompok Bidang Keahlian Teknik Sumber Daya Air, Jurusan Teknik Sipil ITB, 1997

Soemarto, CD, *Hidrologi Teknik*, Erlangga, 1995

Yang, Chih Ted,*Sediment Transport Theory and Practice*, Mc.Graw Hill International Edition Civil Engineering Series,1996