

BAB 4

TEKNIK PENENTUAN KARAKTERISTIK SEDIMEN KOHESIF

Seperti yang telah diungkapkan dalam bagian terdahulu bahwa dalam pemodelan transpor sedimen, keakuratan hasilnya juga tergantung pada nilai beberapa koefisien (karakteristik sedimen) yang digunakan, sedangkan beberapa dari koefisien tersebut ada yang belum tersedia. Dengan demikian untuk mencapai keakuratan yang lebih tinggi maka koefisien-koefisien yang diberikan tersebut mesti mendekati nilai alami. Nilai yang mendekati alami tersebut hanya akan diperoleh apabila dihasilkan dari percobaan dengan menggunakan sedimen berasal dari lokasi dimana model akan diterapkan. Dua diantara koefisien yang dibutuhkan tersebut adalah kecepatan jatuh dan tegangan geser kritis erosi.

Bab ini menyajikan teknik untuk menghasil kedua parameter tersebut di atas, yakni kecepatan jatuh dan tegangan kritis erosi sedimen. Hasil dari percobaan ini akan digunakan dalam pemodelan transpor sedimen yang akan disajikan pada bagian berikutnya.

4.1. Teknik Penentuan Kecepatan Jatuh

Kecepatan jatuh sedimen dapat diperoleh melalui percobaan di laboratorium dengan menggunakan Tabung Owen. Prinsip kerja dari instrumen ini didasarkan kepada sedimentasi dari partikel sedimen pada keadaan tersuspensi seragam (*dispersed system*). Metoda tabung Owen dapat digunakan untuk menganalisa distribusi kecepatan jatuh sedimen dalam skala laboratorium dan lapangan, selain itu juga dapat digunakan untuk sampel yang belum terganggu (*undisturbed suspension sample*) dengan pengambilan sampel dan pengukuran langsung di lapangan.

Tabung Owen terdiri dari sebuah tabung kaca dengan panjang 1 m dan diameter dalam 0,05m. Pada bagian bawah tabung terdapat sebuah nozzle untuk mengeluarkan sampel. Untuk lebih lengkapnya diperlihatkan Tabung Owen dalam Gambar 4.1. Air dan sedimen yang digunakan dalam percobaan ini adalah

berasal dari perairan pantai Semarang dengan salinitas air lautnya adalah 32,5 ppt.

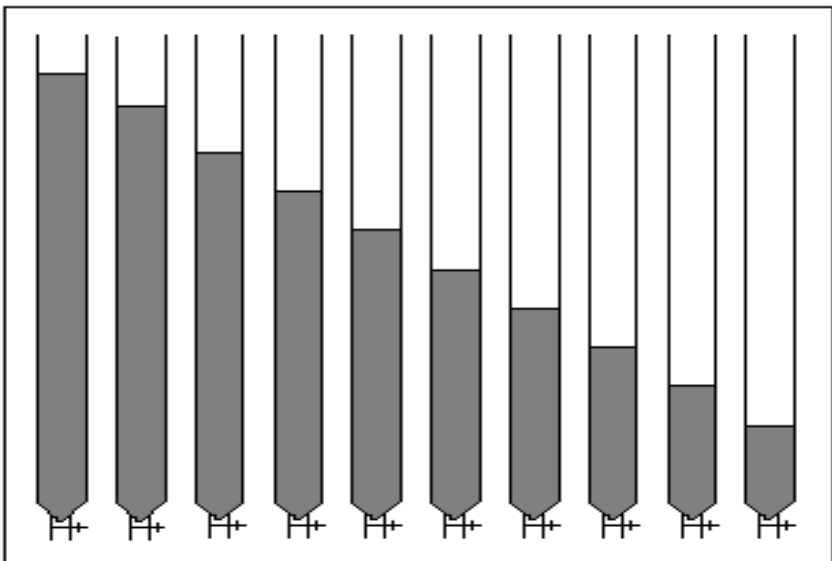
Langkah-langkah Percobaan :

- 1) Siapkan 2 liter suspensi dengan konsentrasi tertentu,
- 2) Isi tabung dengan suspensi di atas,
- 3) Tutup tabung dengan tutup karet,
- 4) Campurkan suspensi sampai merata sehingga larutan menjadi homogen dengan cara pengadukan (membolak balik tabung),
- 5) Letakkan tabung pada posisi tegak (seperti dalam rak) dan mulai hitung waktu,
- 6) Lakukan pengambilan sampel sebanyak bagian sampel yang telah ditentukan (0,2 liter) pada waktu-waktu 3,6,10,20,40,60 dan 120 menit,
- 7) Hitung volume setiap sampel,
- 8) Ukur salinitas dan tentukan berat kering sedimen dari setiap sampel,
- 9) Lakukan lagi untuk konsentrasi-konsentrasi berikutnya.

Hasil percobaan di atas dianalisa dengan menggunakan bantuan tabel 4.1. dengan tahapan perhitungan sebagai berikut:

- 1) Hitung tinggi sample (kolom 6),
- 2) Hitung tinggi jatuh efektif (kolom 7) dengan menjumlahkan tinggi sampel,
- 3) Hitung berat kumulatif sedimen (kolom 9) dengan menjumlahkan berat sampel sedimen,
- 4) Hitung faktor kedalaman (kolom 10) untuk mengoreksi hasil dengan standard tinggi jatuh 1000 mm,
- 5) Hitung berat kumulatif sedimen yang terkoreksi (kolom 11) dengan mengalikan nilai kolom 9 dengan faktor kedalaman (depth factor),
- 6) Hitung waktu jatuh yang telah dikoreksi (kolom 13) dengan mengalikan nilai kolom 8 dengan depth faktor,
- 7) Hitung persentasi kumulatif berat (kolom 12) dengan menggunakan kolom 11,
- 8) Hitung waktu jatuh (kolom 15) untuk standar tinggi jatuh 1000 mm dengan menggunakan kecepatan jatuh pada kolom 14,
- 9) Plot persentasi kumulatif dari berat (kolom 12) sebagai fungsi waktu (kolom 13),

- 10) Berdasarkan waktu jatuh (kolom 15) pada *time axis* (sebagai contoh nilai dari 24 menit untuk kecepatan jatuh pada 0,4 mm/dt), Plot tangen dari kurva setiap indikasi waktu dan buat segitiga dengan dasar sepanjang log e
- 11) Plot garis horizontal melewati puncak segitiga baca persentase terkecil pada sumbu vertikal dan catat nilai tersebut pada kolom 16, Plot distribusi kecepatan jatuh dengan menggunakan nilai pada kolom 14 dan 16
- 12) Plot grafik kecepatan jatuh vs konsentrasi sedimen dengan menggunakan grafik-grafik distribusi kecepatan jatuh



Gambar 4.1. Tabung Owen

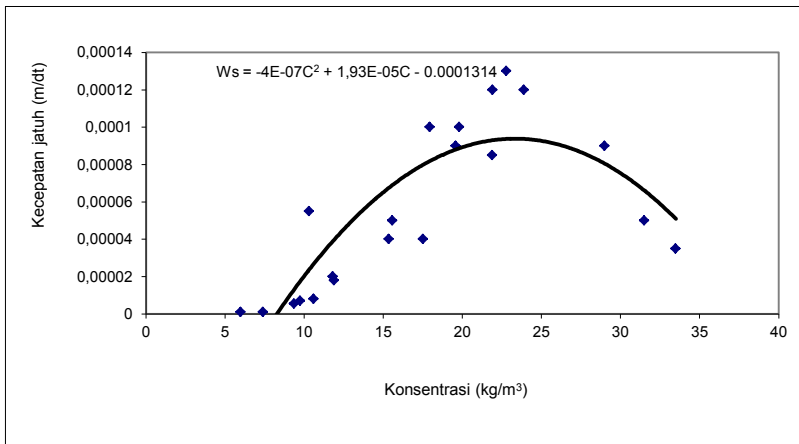
Berdasarkan hasil percobaan di laboratorium dengan metoda tabung Owen diperoleh hubungan antara konsentrasi sedimen dengan kecepatan jatuhnya untuk perairan pantai Semarang, seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 4.2.

Tabel 4.1. Tabel perhitungan kecepatan jatuh

1	2	2	3	3	4	5	6	7	8
Nomor Sample	filter					Volume sample (l)	Tinggi sample (mm)	Tinggi Jatuh (mm)	Waktu (min)
	Berat (gr)	Berat (mg)	Berat + Solid (gr)	Berat + Solid (gr)	Berat Solid (gr)				
0									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
Total									

9	10	11	12	13	14	15	16
Berat kumulatif	Factor kedalaman	Berat		Koreksi waktu (min)	Kecepatan jatuh (mm/s)	Waktu settling untuk 1000 mm	Persentase lebih kecil
		Kumulatif (mg)	koreksi (%)				
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
Total							





Gambar 4.2. Pengaruh konsentrasi sedimen tersuspensi terhadap kecepatan jatuhnya untuk sedimen perairan pantai Semarang. Konsentrasi (sumbu x) dalam gr/ltr dan kecepatan jatuh (sumbu y) dalam mm/dt.

Dalam bentuk persamaan empiris hubungan tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

$$W_s = -4e^{-7}C^2 + 1,93e^{-5}C - 0,0001314 \quad (4.1)$$

dimana :

W_s = kecepatan jatuh sedimen, (m/dt)

C = konsentrasi sedimen tersuspensi. (kg/m^3)

Hasil percobaan ini mengindikasikan bahwa kecepatan jatuh sedimen perairan pantai Semarang dengan konsentrasi 8,21 – 22,5 kg/m^3 mengalami peningkatan dengan semakin tingginya konsentrasi sedimen tersuspensi, tetapi di atas konsentrasi 22,5 - 40,01 kg/m^3 kecepatan jatuh berbanding terbalik dengan konsentrasi sedimen tersuspensinya (kecepatan jatuh semakin rendah dengan meningkatnya konsentrasi sedimen tersuspensi). Hasil yang diperoleh ini memperlihatkan kecenderungan yang sama dengan hasil yang diberikan oleh Thorn (1981), akan tetapi berbeda dalam magnitudonya.

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa sedimen dengan konsentrasi di bawah 22,5 kg/m^3 memberikan hubungan kecepatan jatuh akan lebih besar seiring dengan pertambahan konsentrasi. Akan tetapi di atas konsentrasi tersebut terjadi hal yang sebaliknya. Peristiwa ini diduga bahwa konsentrasi di atas 22,5 kg/m^3 menimbulkan penyempitan ruang gerak untuk mengendap dari sedimen, dengan demikian terjadinya tumbukan antara gumpalan-

gumpalan (flok) sehingga pecah. Terpecahnya gumpalan-gumpalan tersebut menjadikan menurunnya kecepatan jatuh dari semen yang ada.

Dengan metoda yang sama, untuk sungai Citanduy diperoleh hasil yang berbeda (Umar, 2000), yakni :

$$W_s = 0,0004C^{1,7132} \quad (4.2)$$

Jika diperhatikan hasil yang diperoleh dari penelitian ini dan yang disajikan oleh Umar (2000) untuk sungai Citanduy terdapat perbedaan yang signifikan. Diduga perbedaan tersebut karena Umar (2000) waktu melakukan percobaan hanya terbatas untuk konsentrasi yang lebih kecil 1,1 gr/ltr, sehingga hasil tersebut belum dapat dikatakan mewakili untuk konsentrasi yang lebih tinggi.

Penyebab lain dari perbedaan hasil penelitian ini, dengan penelitian Umar (2002) adalah dikarenakan terdapat perbedaan komposisi mineral yang terkandung dalam sedimen masing-masing lokasi. Dimana berdasarkan hasil difraksi sinar X di PPTM Bandung, diperoleh jenis komposisi mineral sedimen perairan pantai Semarang adalah: kaolinite, kuarsa dan montmorillonite (Yusuf *et al.*,1998). Sedangkan komposisi mineral sedimen yang berasal dari sungai Citanduy adalah : kaolin, anorthit dan kuarsa (Pranoto, 2004: Komunikasi langsung).

4.2. Teknik Penentuan Tegangan Geser Kritis Erosi Sedimen

Untuk menentukan tegangan geser kritis erosi sedimen, dilakukan percobaan dengan menggunakan annular flume. Annular flume ini diasumsikan dapat mensimulasikan peristiwa gesekan pada dasar perairan di alam sebenarnya. Di alam (lapangan yang sebenarnya) gesekan terjadi antara *interface* lapisan permukaan dasar dan air yang disebabkan oleh kontak dinamis antara dua lapisan tersebut karena adanya aliran. Kontak dinamis terjadi karena salah satu lapisan relatif diam terhadap yang lain.

Langkah-langkah percobaan dan perhitungan tegangan geser:

- 1) Anular flume diisi air setinggi 5 cm, dengan salinitas 32,5 ppt,
- 2) Masukkan sedimen secukupnya ke dalam annular flume tersebut sehingga terbentuk lapisan sekitar 2,0 cm setelah didiamkan selama 2 hari,

- 3) Setelah didiamkan selama dua hari, lakukan pemutaran annular flume.
- 4) Catat jumlah putaran dan lama waktu putaran saat mulai terlihat gejala terjadi erosi, Ulangi percobaan diatas untuk beberapa kali lagi.

Perhitungan :

Hitung bilangan Reynold **R**:

$$R = \frac{4RV}{\nu} \quad (4.3)$$

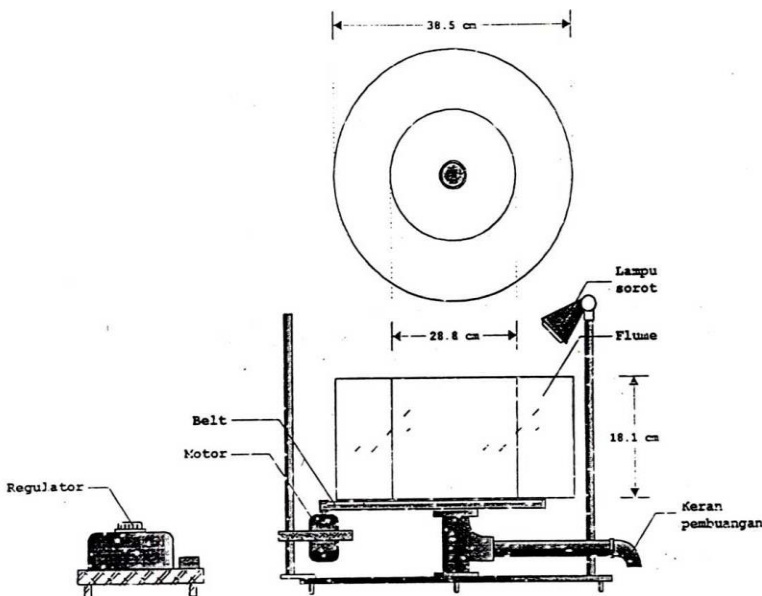
Hitung harga kekasaran **f** dengan asumsi saluran halus dengan persamaan berikut :

$$\frac{1}{f} = 2,0 \log \left(\frac{R\sqrt{f}}{2,51} \right) \quad (4.4)$$

Hitung tegangan geser dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\sqrt{\frac{\tau}{\rho}} = \sqrt{\frac{f}{8}} x V, \quad (4.5)$$

dimana : τ = tegangan geser, f = faktor gesekan, ρ = densitas air laut dan V = kecepatan aliran.



Gambar 4.3. Annular Flume

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan untuk sampel yang diambil dari perairan pantai Semarang, diperoleh tegangan geser kritis erosi untuk lama masa konsolidasi dua hari, rata-rata adalah: 0.8093 N/m^2 . Pada Tabel 4.2. diperlihatkan hasil perhitungan dari tiga belas kali percobaan.

Tabel. 4.2. Tegangan geser kritis erosi sedimen kohesif

No	Kecepatan aliran V (m/dt)	Tinggi fluida (cm)	Lebar saluran (cm)	Keliling basah (cm)	Bilangan Raynold (Ry)	Friction factor (f)	Tegangan geser kritis τ_{ce} (N/m ²)
1	0,519316	5,5	8,5	19,5	48824,54	0,02101	0,725821
2	0,525757	5,5	8,5	19,5	49430,11	0,02095	0,741812
3	0,533789	5,5	8,5	19,5	50185,33	0,02087	0,761734
4	0,559235	5,5	8,5	19,5	52577,63	0,02066	0,827674
5	0,545794	5,5	8,5	19,5	51313,97	0,02077	0,792565
6	0,611747	5,5	8,5	19,5	57514,69	0,02025	0,970755
7	0,582387	5,5	8,5	19,5	54754,32	0,02047	0,889368
8	0,515192	5,5	8,5	19,5	48436,86	0,02104	0,715360
9	0,530671	5,5	8,5	19,5	49892,15	0,02090	0,753942
10	0,584314	5,5	8,5	19,5	54935,46	0,02046	0,894825
11	0,593254	5,5	8,5	19,5	55776,05	0,02039	0,919263
12	0,541425	5,5	8,5	19,5	50903,24	0,02081	0,781430
13	0,527676	5,5	8,5	19,5	49610,60	0,02093	0,746526
Rata-rata							0,809313