

ISSN : 0853 - 6457

# **PROSIDING**

**KONGRES VII & PERTEMUAN ILMIAH TAHUNAN (PIT) XVIII HATHI**

**VOLUME 2**



**PENGELOLAAN SUMBERDAYA AIR  
DI ERA OTONOMI DAERAH**

**MALANG, 22-24 OKTOBER 2001**



**HIMPUNAN AHLI  
TEKNIK HIDRAULIK INDONESIA  
(HATHI)**



# KONGRES VII & PIT HATHI XVIII

Malang 22 – 24 Oktober 2001

## DAFTAR MAKALAH

Penerapan dan Efektivitas Rekayasa Konservasi Air dan Lahan : Studi Kasus di Pulau Jawa <i>(Ahmadi Partowijoto, Adolf Tommy M. Sitompul &amp; Abang Emir Faridz)</i> .....	1
Kajian terhadap Sedimentasi pada Empat Waduk Bersusun di DPS Kali Brantas <i>(Raymond Valiant Ruritan)</i> .....	11
Simulasi Numerik 2-Dimensi Transformasi Gelombang Menggunakan Persamaan Bousinesq <i>(M.Cahyono &amp; Alwafi Pujiraharjo)</i> .....	17
Optimasi Pemanfaatan Sumberdaya Air Waduk Batutegi untu Meningkatkan Pelayanan dan Partisipasi Masyarakat <i>(Komda ICID Propinsi Lampung)</i> .....	25
Operator Marpho-Hidrologi pada Model Ketinggian dan Peta Digital untuk Pengelolaan dan Perencanaan Daerah Pengaliran Sungai <i>(Tunggul Sutan Haji &amp; Agung Bagiawan)</i> .....	36
Potensi S.Cikapundung untuk Memenuhi Air Baku Kota Bandung <i>(Fransiska Mulyantari &amp; Soenitioso HP.)</i> .....	47
Optimasi Pemasangan Krib di Saluran Menikung <i>(Joko Nugroho, Indratmo Soekarno &amp; Agung Wiyono)</i> .....	56
Input Data Hujna dengan Sistem Grid Menggunakan Cara Pengisian dan Tanpa Pengisian Data Hilang pada Sistem Poligon Thiesen <i>(Sobriyah, Sudjarwadi, Sri Harto Br &amp; Djoko Legono)</i> .....	66
Tinjauan dan Rekonstruksi Banjir Sungai Masio di Pulau Nias <i>(Mohamad Arief Ilyas &amp; T. Firdaus Larosa)</i> .....	77
Penelusuran Dinamika Banjir dan Pembuatan Perangkat Pengukur Muka Air secara Otomatis di Saluran Terbuka <i>(Dian Sisingsih, Mohammad Bisri &amp; J. Soegijanto)</i> .....	87
Kajian Pengaruh Faktor Bentuk DAS terhadap Parameter Hidrograf Satuan Sintetik Sungai-sungai di Jawa Timur <i>(Suwignyo)</i> .....	98
Pemanfaatan Kelebihan Air Waduk <i>(Lanny Martawati)</i> .....	105



---

Model Terpadu Manajemen Sistem Sumberdaya Air dalam Mewujudkan Otonomi Daerah <i>(Suardi Natasaputra, Sri Legowo &amp; Hang Tuah)</i> .....	115
Pengelolaan Penambangan Galian C pada Alur Sungai di Daerah Gunung Api <i>(Haryanto, Sutikno Hs &amp; Soeryono Haryadi)</i> .....	128
Permodelan Arus akibat Gelombang dan Potensi Erosi/Sedimentasi pada Desain Dermaga PPI Labuan <i>(Danjte Kardana Natakusumah, Yadi Nurhayadi &amp; Purwanto B.S)</i> .....	137
Pemanfaatan Sistem Informasi Geografi (SIG) untuk Model Hidrologi Sebar Keruangan <i>(Tunggul Sutan Haji &amp; Sri Legowo)</i> .....	156
Kajian Analisa Penampang Menggunakan Perangkat Lunak HEC6 (Studi Kasus Sungai Citanduy di Jawa Barat) <i>(Hari Wibowo &amp; Kartini)</i> .....	170
Metode Mac-Cormack Flux-Corrected Transport untuk Simulasi Aliran dengan Permukaan Bebas dalam Sistem Koordinat Curvilinier <i>(Dantje K Natakusumah, Taufik A.G &amp; Mulyana W)</i> .....	182
Simulasi Lintasan Pergerakan Tumpahan Minyak dalam Medan Aliran Dua dan Tiga Dimensi <i>(Dantje K Natakusumah &amp; Dedi Waryono)</i> .....	196
Optimasi Pengelolaan DAS di Sub Daerah Aliran Sungai Cidanau Kabupaten Serang Propinsi Banten Menggunakan Model Hidrologi ANSWERS <i>(Ery Suhartanto &amp; Soedodo Hardjoamodjojo)</i> .....	219
Pengembangan Energi Gelombang Laut untuk Pembangkit Tenaga Listrik <i>(Kuntjoro)</i> .....	227
Pengaruh Konsentrasi pada Kecepatan Jatuh Sedimen <i>(Wati Asriningsih P, M. Cahyono &amp; Indratmo Soekarno)</i> .....	235
LAMPIRAN <i>(Makalah yang tidak dipresentasikan)</i> .....	241

## **Pengaruh Konsentrasi pada Kecepatan Jatuh Sedimen**

**Wati Asriningsih Pranoto**  
Mahasiswa Institut Teknologi Bandung  
Dosen Universitas Tarumanagara  
Jl. Let Jen S. Parman No. 1 Jakarta

**M. Cahyono**  
Dosen Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung

**Indratmc Soekarno**  
Dosen Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung

### *Intisari*

Salah satu parameter penting dalam sedimentasi material kohesif adalah kecepatan jatuh. Analisa dari lapangan dan laboratorium menunjukkan bahwa kecepatan jatuh berhubungan erat dengan salinitas, konsentrasi sedimen, kedalaman air, dan kecepatan. Penelitian ini difokuskan pada hubungan konsentrasi sedimen dengan kecepatan jatuh dan dilakukan di laboratorium. Sedimen yang diteliti adalah sedimen Segara Anakan. Dengan beberapa variasi konsentrasi diperoleh suatu batas konsentrasi tertentu yang memberikan nilai kecepatan jatuh yang maksimum.

Kata kunci : kecepatan jatuh, konsentrasi

### **Pendahuluan**

Secara umum, pergerakan sedimen di muara dan pantai terdiri dari sebuah siklus dengan 4 proses yaitu erosi, angkutan, deposisi dan konsolidasi endapan. Proses erosi adalah proses terangkutnya material sedimen dasar akibat adanya tegangan geser yang terjadi pada dasar saluran. Sekali tererosi, partikel dapat diangkut dengan kecepatan yang lebih rendah dari kecepatan pertama kali bergerak, di sini akan terjadi proses angkutan. Dan bila kecepatan turun lagi maka partikel akan turun ke dasar (proses deposisi). Selain itu turunnya sedimen

ditentukan oleh ukuran butir sedimen berdasarkan proses gravitasi. Proses deposisi adalah proses dimana material sedimen tersuspensi dalam air menempati atau mengisi dasar saluran menjadi sedimen dasar kohesif. Proses deposisi sedimen kohesif tergantung pada kombinasi berbagai faktor, termasuk ukuran partikel, kecepatan jatuh, dan kekuatan dari unit-unit partikel. Unit ini mungkin terdiri dari partikel tunggal, gumpalan (*flocs*) yang mungkin akan jatuh secara bersama dalam satu unit. Endapan akan terkonsolidasi bila selanjutnya kecepatan yang terjadi dibawah kecepatan kritis erosi. Tetapi bila kecepatan yang terjadi lebih besar atau sama dengan kecepatan kritis erosi maka akan terjadi proses erosi. Demikian akan menjadi suatu siklus.

Kecepatan jatuh adalah suatu faktor yang menentukan dalam proses deposisi sedimen kohesif, dimana sedimen kohesif adalah campuran sedimen dengan partikel tanah liat ( $d < 4 \mu\text{m}$ ) lebih besar dari 10 % mempunyai sifat kohesif sebab gaya-gaya electro-statical sebanding atau lebih besar dari pada gaya gravitasi. Oleh karena itu, partikel sedimen tidak berkelakuan sebagai partikel individu tetapi cenderung melekat bersama membentuk agregat yang dikenal sebagai flocs. Flocs yang mempunyai ukuran dan kecepatan jatuh lebih besar dari pada partikel individu. Mineral tanah liat mempunyai struktur berlapis. Jenis terpenting dari mineral tanah liat adalah kaolinite, montmorillonite, illite, chlorite.

### **Pengaruh Konsentrasi**

Kecepatan jatuh adalah kecepatan partikel atau gumpalan dalam perjalanannya menuju dasar karena gaya berat. Proses penggumpalan mempengaruhi kecepatan jatuh sedimen. Penggumpalan membentuk partikel yang lebih besar dan akan memiliki massa yang lebih besar sehingga akan lebih mudah mengendap. Penggumpalan dipengaruhi oleh konsentrasi.

Konsentrasi yang besar dapat membentuk penggumpalan dengan partikel yang lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi kecil, sehingga kecepatan jatuhnya juga besar. Namun untuk konsentrasi yang sangat tinggi, kecepatan jatuh partikel menjadi lebih lambat. Ini disebabkan oleh efek halangan jatuh.

Halangan jatuh adalah efek ketika kecepatan jatuh dari gumpalan berkurang karena aliran air ke atas ditempati atau digantikan oleh gumpalan. Saat konsentrasi sangat besar aliran vertikal menjadi sangat kuat dan gaya hambatan ke atas dari fluida pada gumpalan menjadi sama dengan gaya gravitasi ke bawah. Ini mengakibatkan keseimbangan dinamik sementara tanpa perpindahan vertikal dari gumpalan. Keadaan ini yang muncul dekat dasar, umumnya disebut cairan lumpur (Rijn, Leo C.van, 1993).

**Penelitian yang telah dilakukan.** Dalam suspensi air asin dengan konsentrasi sedimen sampai 10000 mg/l, kecepatan jatuh meningkat sesuai dengan konsentrasi yang diteliti sebagai hasil flokulasi baik di laboratorium dan di lapangan. Bila konsentrasi sedimen > 10000 mg/l, kecepatan jatuh sedimen menurun dengan meningkatnya konsentrasi karena efek halangan jatuh. Kecepatan jatuh dalam 2 batasan diekspresikan sebagai berikut (Rijn, Leo C. van, 1993):

$$W_{s,m} = k c^m \quad \text{untuk suspensi penggumpalan} \quad (10 - 10000 \text{ mg/l}) \quad (1)$$

$$W_{s,m} = w_s (1 - \alpha c)^\beta \quad \text{untuk suspensi dengan halangan jatuh} \quad (> 10000 \text{ mg/l}) \quad (2)$$

dimana :

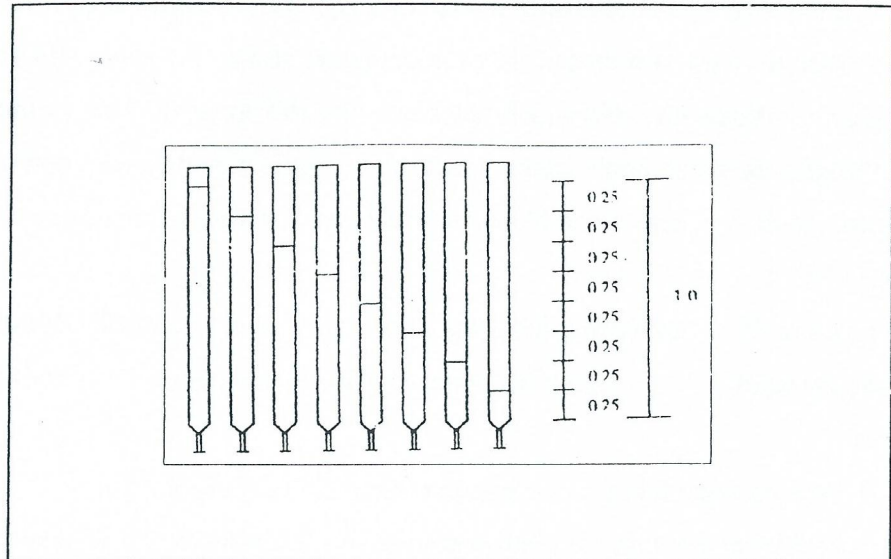
$w_{s,m}$  = kecepatan jatuh sedimen campuran sedimen-air (mm/s)

$w_s$  = kecepatan jatuh partikel individu (mm/s) ;  $c$  = konsentrasi volume (mg/l)

$m$  = koefisien (1 - 2) ;  $k$  = koefisien

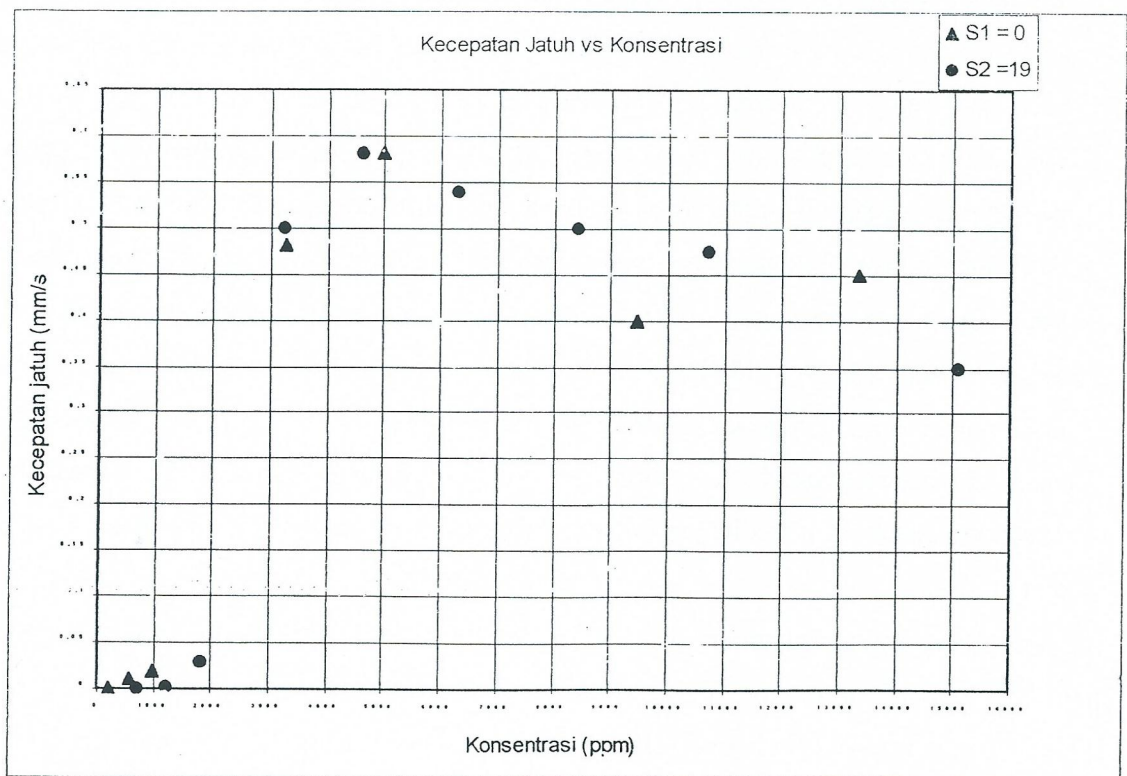
$\alpha$  = koefisien ;  $\beta$  = koefisien (3 - 5)

**Metoda penelitian.** Kecepatan jatuh sedimen diukur di laboratorium dengan menggunakan *Bottom Withdrawal Tube* (gambar 1). Sebuah alat berbentuk silinder dengan panjang kira-kira 1,0 m, diameter 0,05 m. Pada bagian bawah tabung terdapat *nozzle* untuk mengeluarkan sampel. Sampel yang dimasukkan di dalam tabung dibagi menjadi 8 bagian (biasanya sekitar 0,25 liter) yang dikeluarkan dari *nozzle* pada waktu yang ditentukan yaitu : 3, 6, 10, 20, 40, 60, 120 menit (Berlamont, Jean; Mary O.; Erik T.; Johan W., 1993; Winterwerp, 1989). Pembagian menjadi 8 merupakan yang terbaik untuk menentukan kurva berat akumulatif. Penentuan waktu tersebut adalah penentuan waktu yang cocok untuk partikel antara 5 - 100  $\mu\text{m}$ . Dari masing-masing sampel tersebut dicari konsentrasinya untuk mengetahui konsentrasi dalam tabung tersebut. Sedangkan kecepatan jatuh dihitung melalui beberapa tahapan perhitungan diantaranya menghitung faktor kedalaman, koreksi berat kumulatif, koreksi waktu jatuh, prosentasi berat kumulatif. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Rijn (1986). Tahapan-tahapan di atas diulang pada berbagai konsentrasi sedimen, dan pada salinitas 19 ‰ dan air tawar.



Gambar 1. *Bottom Withdrawal Tube* dan prinsip percobaan kecepatan jatuh.

**Hasil penelitian.** Pada salinitas 19 % diuji kecepatan jatuh pada 9 macam konsentrasi dan pada salinitas 0 % (air tawar) diuji kecepatan jatuh pada 7 macam konsentrasi. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi pada kecepatan jatuh sedimen

**Pembahasan.** Pada gambar 2, terlihat kecepatan jatuh mencapai puncak atau maksimum pada konsentrasi berkisar 5000 ppm. Pada konsentrasi 2000 – 5000 ppm (salinitas 19 %) dan 1000 – 5000 ppm (salinitas 0 %) dapat dikatakan meningkatnya kecepatan jatuh hampir linier. Penelitian sebelumnya (Owen, 1970; Allersma, 1967) pada konsentrasi sedimen > 1000 mg/l, meningkatnya kecepatan jatuh hampir linier terhadap salinitas yang diteliti.

Pada konsentrasi > 5000 ppm kecepatan jatuh sedimen menurun dengan meningkatnya konsentrasi. Penelitian Rijn (1993) terjadi pada konsentrasi > 10000 mg/l. Secara umum gambar 2 dapat dibagi menjadi 2 batasan yaitu :

- konsentrasi 1000 – 5000 ppm (sebelum puncak)
- konsentrasi > 5000 ppm (sesudah puncak)

## Kesimpulan

Pengaruh konsentrasi sedimen pada kecepatan jatuh mempunyai hubungan yang unik yaitu berbedanya hubungan sebelum dan sesudah kecepatan jatuh tercapai maksimum. Dengan perkataan lain, ada konsentrasi maksimum tertentu yang menentukan hubungan/pengaruh konsentrasi terhadap kecepatan jatuh. Penentuan konsentrasi maksimum pada sedimen Segara Anakan harus lebih banyak penelulian lagi dengan variasi konsentrasi dan variasi salinitas yang lebih beragam.

## Pemberitahuan

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian "Modelling of Cohesive Sediment Transport Processes in Estuarine and Coastal Waters with a Special Case in Segara Anakan Lagoon" yang merupakan Graduate Team Research Grant Batch IV, 1998/1999, University Research for Graduate Education (URGE) Project.

## Daftar Pustaka

1. Allersma, E., Hoekstra, A.J. and Bijker, E.W. "Transport Patterns in the Chao Phya Estuary". Publication No. 47. Delft Hydraulics, Delft, Netherlands. 1967
2. Berlamont, Jean, Mary Ockenden, Erik Toorman and Johan Winterwerp. "The Characterisation of Cohesive Sediment Properties". Coastal Engineering, 21. 1993.
3. Owen, M.W. "A Detailed Study of the Settling Velocities of an Estuary Mud". HR Report No. INT 78. Hydraulics Research Ltd., Wallingford, England. 1970.
4. Rijn, Leo C. van. "Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas". Delft Hydraulics. University of Utrecht Department of Physical Geography. Delft. 1993.



*Wati A.P. . M.Cahyono, Indratmo S.*

5. Rijn, Leo C. van. " Bottom Withdrawal Tube (BWT)". Delft Hydraulics Laboratory. Delft. 1986.
6. Winterwerp, J.C. "Cohesive Sediments". Delft Hydraulics. . Delft University of Technologie. Delft. 1989.