

**PENGUKURAN DAN PREDIKSI DISTRIBUSI SEDIMEN SUSPENSII
PADA SALURAN TERBUKA**
(THE MEASUREMENT AND PREDICTION OF SUSPENDED SEDIMENT
DISTRIBUTION IN OPEN CHANNELS)

Oleh : Rakhmat Yusuf

INTISARI

Fenomena sedimen suspensi merupakan masalah tersendiri dalam bidang rekayasa keairan, terutama diperlukan untuk merencanakan dan mengoperasikan bangunan air. Kompleksitas kehadiran partikel-partikel lanau dan lempung dalam suatu fluida (aliran air) yang secara kontinyu berinteraksi dan dipacu oleh karakter turbulensi alirannya, dapat menimbulkan permasalahan khas yang memerlukan rumusan konkrit mengenai distribusi konsentrasi sedimen suspensi.

Perumusan distribusi sedimen suspensi pada saluran terbuka didekati dengan dua cara yaitu; Pertama dengan studi eksperimental, yaitu melakukan pengukuran langsung pada *recirculating sediment flume* di laboratorium, kedua, pendekatan numeris dengan menyelesaikan persamaan-persamaan pembentuk aliran dan persamaan transport yang menggambarkan aliran turbulen dua dimensi *uniform*, yang disusun dalam suatu model matematika $k-\epsilon$ yang sudah ada. Untuk pengukuran profil konsentrasi sedimen suspensi menggunakan *optical silt measuring instruments* tipe **Foslim-probe**, sedangkan untuk pengukuran profil kecepatan menggunakan *Programmable Electro Magnetic Liquid Velocity Meter* (P-EMS) tipe E-30. *Out put* data dari kedua alat tersebut merupakan analog voltage, data analog ini dikonversikan kedalam data digital (A/D) dalam bentuk array data melalui *Daq board* (seri Lab-PCL-1200/AI) menggunakan bahasa **G** pada LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*) dalam sistem *data acquisition*. Kemudian data digital yang telah diperoleh dikonversikan menjadi data konsentrasi dan kecepatan dengan persamaan konversi yang diperoleh melalui proses kalibrasi. Parameter-parameter pengukuran di laboratorium merupakan parameter masukan pada model matematika $k-\epsilon$, sehingga hasil *running* antara model matematika $k-\epsilon$ dengan pengukuran laboratorium mempunyai nilai yang saling mendekati.

Hasil pengukuran sebanyak 18 seri aliran untuk distribusi kecepatan dan distribusi konsentrasi sedimen suspensi menunjukkan bahwa kecepatan terbesar terjadi pada permukaan aliran dan konsentrasi terbesar terjadi di daerah dekat dengan dasar, sehingga energi per satuan waktu untuk mempertahankan agar partikel-partikel tetap berada dalam keadaan tersuspensi cukup besar, akibatnya energi turbulen akan berkurang yang ditunjukkan dengan mengecilnya intensitas turbulen pada wilayah dekat dasar. Batasan untuk membedakan partikel-partikel ditranspor sebagai *bed load* dan *suspended load*, adalah dengan memperhatikan level acuan (**a**), *suspended load* berada di atas level acuan dan di bawahnya adalah *bed load*. Nilai level acuan dievaluasi menurut persamaan $\ln c/C_a = -w_s/\epsilon_s (y-a)$, menurut hasil pengukuran nilai rata-ratanya diperoleh **a** = 0.035H (H=kedalaman aliran). Evaluasi terhadap nilai konsentrasi sedimen suspensi rata-rata hasil pengukuran (\bar{C}) diperoleh bahwa nilai \bar{C} untuk satu titik pengukuran adalah $\bar{C} = C_{0.6H}$ dan untuk dua titik pengukuran diperoleh $\bar{C} = \frac{1}{2} (C_{0.24H} + C_{0.86H})$, dengan $C_{0.6H}$, $C_{0.24H}$ dan $C_{0.86H}$ berturut-turut adalah konsentrasi sedimen suspensi pada kedalaman 0.6H, 0.24H dan 0.86H dari dasar saluran. Hadirnya partikel-partikel sedimen suspensi dapat mengurangi nilai koefisien difusi (ϵ_s), pada aliran air jernih nilai ϵ_s membentuk kurva parabolik yang simetris pada setengah kedalaman, sedangkan hasil pengukuran konsentrasi sedimen suspensi menunjukkan terjadinya damping turbulensi fluida oleh partikel-partikel sedimen.

**PENGUKURAN DAN PREDIKSI DISTRIBUSI SEDIMEN SUSPENSIF
PADA SALURAN TERBUKA**
(THE MEASUREMENT AND PREDICTION OF SUSPENDED SEDIMENT
DISTRIBUTION IN OPEN CHANNELS)

Oleh : Rakhmat Yusuf

ABSTRACT

Suspended sediment phenomenon is a particular problem in the field of hydraulics engineering, needed especially for planning and operating of hydraulic structures. The complexity in the presence of silts and clay particles in fluid which continuously interact and spurred by flow turbulence characters may have particular consequences which need certain formulation on the distribution of suspended sediment concentration.

The formulation of suspended sediment distribution in this study is conducted in two ways i.e.; Firstly, by experimental study, that is carry out direct measurement in recirculating sediment flume in laboratory, Secondly, numerical approach with solution of equations of flow forming and transport equation which describes two dimension uniform turbulent flows, which is set in a mathematics $k-\epsilon$ model. For measurement of concentration sediment suspended profile use optical silt measuring instruments Foslum-probe type and measurement of velocity profile use Programmable Electro Magnetic Liquid Velocity Meter (P-EMS) E-30 type. Out put data resulted from these devices are analogue voltage, and it is converted into digital data (A/D) in form of data array through Daq-board (series Lab-PCL-1200/AI) using Graphical language of LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) in data acquisition system. Further, the digital data is converted into concentration and velocity data with conversion equation obtained from calibration process. The measurement parameters in laboratory is input parameters on mathematics $k-\epsilon$ model, so the out put of both mathematics $k-\epsilon$ model and laboratory measurement are rather similar in result.

The measurement result of 18 serial flows for velocity and suspended sediment concentration distribution shows that the largest of velocity is in the top surface flow and concentration is in the area near to the bed, so that the power to maintain the particles stay in the state of suspended is large enough, consequently turbulent energy will decrease indicated by the decrease of turbulent intensity in the area near to the bed. The limit to distinguish transported particles as bed load and suspended load is by noticing reference level (a), suspended load at above and bed load at the bottom of the reference level. The value of reference level evaluated according to equation of $\ln C/C_a = -w_s/\epsilon_s (y-a)$ and measurement result is $a = 0.035H$ (H = depth of flow). Evaluation of the mean suspended sediment concentration of measurement result (\bar{C}), obtained \bar{C} value for one point measurement is $\bar{C} = C_{0.6H}$ and for two point measurements is $\bar{C} = \frac{1}{2} (C_{0.24H} + C_{0.86H})$, with $C_{0.6H}$, $C_{0.24H}$ and $C_{0.86H}$ is the concentration of suspended sediment at depth $0.6H$, $0.24H$ and $0.86H$ from *the bed channels* respectively. The presence of suspended sediment particles can decrease the diffuse coefficient value (ϵ_s), in clear water flow the value of ϵ_s forms a symmetrical parabolic curve in a half depth flow. Further, from the concentration measurement of suspended sediment shows the damping of fluid turbulence by sediment particles.