

ANALISIS NUMERIK PROFIL SEDIMENTASI PASIR PADA PERTEMUAN DUA SUNGAI BERBANTUAN SOFTWARE FLUENT

Arif Fatahillah⁹

fatahillah767@gmail.com

Abstrak. Pasir merupakan salah satu material yang sangat berguna bagi kehidupan manusia yang sering digunakan untuk mendirikan bangunan-bangunan yang akan dipakai sebagai tempat tinggal manusia. Tetapi tidak semua daerah sungai mengandung pasir yang tersimpan dibawah permukaan air, hal ini bergantung pada berbagai faktor misalnya kecepatan aliran sungai, tekanan, maupun posisi daerah sungai (belokan, lurus atau bisa juga pertemuan antara dua sungai). Pada penelitian ini dibangun suatu bentuk model dari permasalahan analisis sedimentasi pasir serta menyelesaikan permasalahan tersebut dengan menggunakan metode volume hingga (finite volume method). Model yang dibangun didasarkan pada tekanan dan kecepatan aliran sungai, sehingga diharapkan akan diketahui gambaran mengenai profil sedimentasi pasir pada berbagai macam pola tekanan dan kecepatan aliran sungai tersebut. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa jika kedua saluran sungai memiliki tingkat tekanan dan kecepatan aliran yang sama maka area sedimentasi pasir berpotensi terjadi didaerah sebelum pertemuan kedua sungai tersebut, sedangkan jika memiliki tingkat pressure dan velocity yang berbeda akan berada setelah daerah pertemuan kedua sungai tersebut dengan kondisi ideal yaitu pressure dan velocity anak sungai lebih tinggi daripada induk sungai.

Kata Kunci : Sedimentasi Pasir, Metode Volume Hingga

Abstract. Sand is one material that is very useful for human life that is often used to build a house that will be used as a human habitation. But not all areas of the river containing sand stored below the surface of the water, it depends on various factors such as the speed of the river flow, pressure, and position of the area of the river (curves, straight or it could be a meeting between the two rivers). In this study constructed a model of the shape of sand sedimentation analysis of the problems and solve the problem by using the volume up (finite volume method). The model is constructed based on the pressure and flow rate of the river, which is expected to know about the profile picture of sand sedimentation on a wide range of pressure and flow velocity pattern of the river. Based on the results of the simulation it was concluded that if both channels of the river has a flow rate of pressure and speed the same then the area of sand sedimentation areas potentially occur before the second meeting of the river, whereas if it has a level of pressure and velocity will be different after the confluence area with ideal conditions ie pressure and velocity of the river branch is higher than the main river.

Keywords : Sedimentation, Finite Volume Method

PENDAHULUAN

Pasir merupakan salah satu material yang sangat berguna bagi kehidupan manusia, yang secara umum digunakan untuk mendirikan bangunan-bangunan yang akan dipakai sebagai tempat tinggal. Proses pencarian pasir ini banyak ditemukan dalam berbagai cara, salah satunya dengan mencari disungai-sungai besar yang berasal dari

⁹ Dosen Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember

gunung-gunung berapi aktif. Tetapi tidak semua daerah sungai mengandung pasir yang tersimpan dibawah permukaan air, hal ini bergantung pada beberapa faktor misalnya kecepatan aliran sungai, tekanan, maupun posisi daerah sungai (belokan, lurus atau bisa juga pertemuan antara dua sungai).

Dalam penelitian ini akan dibangun suatu model persamaan diferensial matematika berdasarkan hukum fisika dalam bentuk dua dimensi mengenai analisis sedimentasi pasir. Model yang terbentuk akan disimulasikan dan dianalisis menggunakan software FLUENT. Obyek penelitian ini difokuskan pada pengaruh besar tekanan dan kecepatan aliran turbulen air terhadap posisi/profil sedimentasi pasir pada saluran terbuka. Persamaan yang dipakai dalam pemodelan ini adalah persamaan momentum, massa dan energi :

$$(1) \quad \frac{\partial \rho C_i}{\partial t} + \nabla \rho u_i C_j = \rho \nabla g - \nabla P + \nabla \tau_{ij}$$

$$(2) \quad \frac{\partial z_b}{\partial t} + \frac{1}{(1-p)} \left(\frac{\partial q_b}{\partial x} + \frac{\partial q_b}{\partial y} \right) = S$$

$$(3) \quad \rho \frac{\partial q_0}{\partial t} + V \cdot \nabla q_i = \nabla \cdot (k \nabla q_i) + \nabla \cdot (V \cdot \tau_{ij})$$

Rumus Meyer-Peter & Muller [9]

dengan :

$$\tau_{ii} = 2\mu \nabla u_i ; \tau_{jj} = 2\mu \nabla u_j ; \tau_{ij} = \mu (\nabla u_i + \nabla u_j)$$

$$q_b = C_m [(s-1)g]^{0.5} (d_{50})^{1.5} (\mu \theta_b - \theta_c)^{1.5}$$

$$\theta_b = \frac{\tau_b}{(\rho_s - \rho) g d_{50}}$$

$$\tau_b = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{0.06}{\left(\log \left(\frac{12h}{2.5d_{50}} \right) \right)^2} \right) u^2$$

dengan :

z_b = ketinggian dasar sungai

q_b = banyaknya sedimen *bed load*

p = porositas

d_{50} = rata-rata diameter sedimen

s = rasio massa jenis sedimen dengan massa jenis air

τ_b = tegangan geser

ρ = massa jenis air

ρ_s = massa jenis sedimen

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini adalah membuat model persamaan yang dibangun dari persamaan momentum dan persamaan massa, selanjutnya akan diselesaikan dengan menggunakan metode numerik volume hingga. Sedangkan pada proses diskritisasi diselesaikan dengan menggunakan teknik QUICK :

$$\phi_e(i, j) = -\frac{1}{8}\phi(i-1, j) + \frac{3}{4}\phi(i, j) + \frac{3}{8}\phi(i+1, j)$$

$$\phi_n(i, j) = -\frac{1}{8}\phi(i, j-1) + \frac{3}{4}\phi(i, j) + \frac{3}{8}\phi(i, j+1)$$

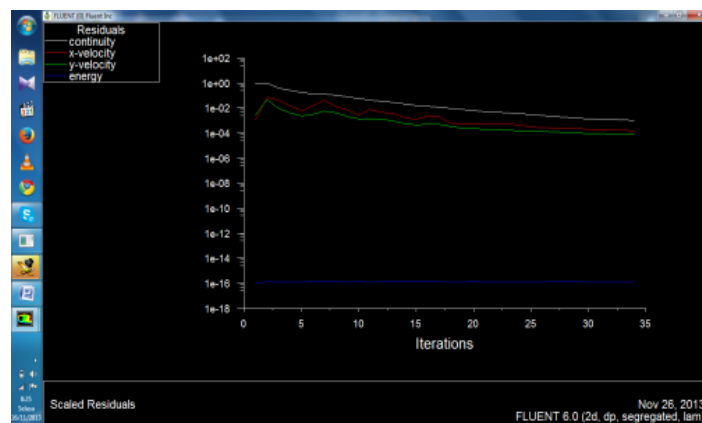
$$\phi_s(i, j) = -\frac{1}{8}\phi(i, j-2) + \frac{3}{4}\phi(i, j-1) + \frac{3}{8}\phi(i, j)$$

$$\phi_w(i, j) = -\frac{1}{8}\phi(i-2, j) + \frac{3}{4}\phi(i-1, j) + \frac{3}{8}\phi(i, j)$$

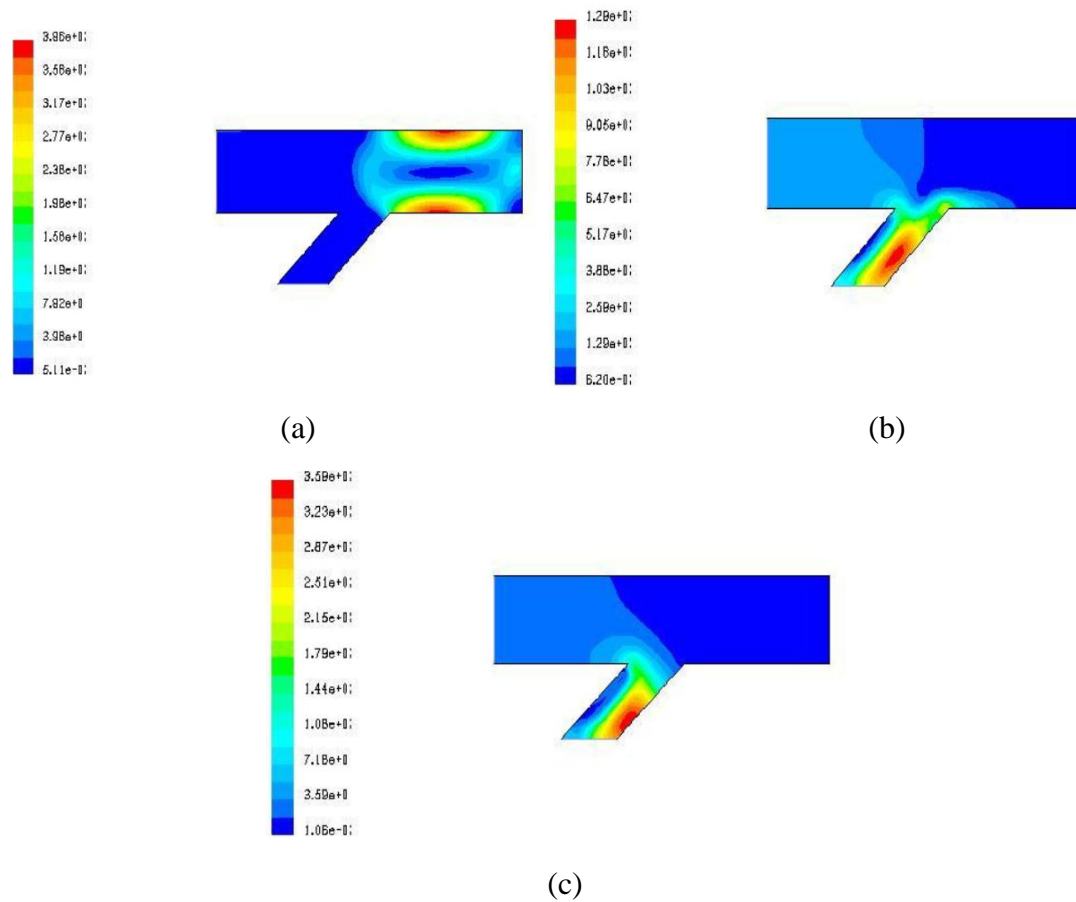
(dalam Fatahillah, A. [2])

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada simulasi ini digunakan software FLUENT yaitu dengan menggambarkan objek yang akan diteliti dalam software Gambit terlebih dahulu untuk kemudian dilakukan simulasi dengan software FLUENT tersebut. Simulasi ini dibedakan untuk menentukan perbedaan hasil sedimentasi pasir berdasarkan laju aliran awal sungai dan anak sungai, tekanan awal dua sungai tersebut. Pada simulasi pertama ini akan digambarkan suatu bentuk sungai dengan simulasi berdasarkan perbedaan tekanan (*pressure*) awal kedua sungai tersebut. Pada Gambar 2(a) disini digunakan simulasi tekanan awal sungai induk dan anak sungai memiliki tekanan yang sama, sedangkan pada Gambar 2(b) tekanan induk sungai lebih besar daripada anak sungai, dan Gambar 2(c) Tekanan anak sungai lebih besar daripada induk sungai.



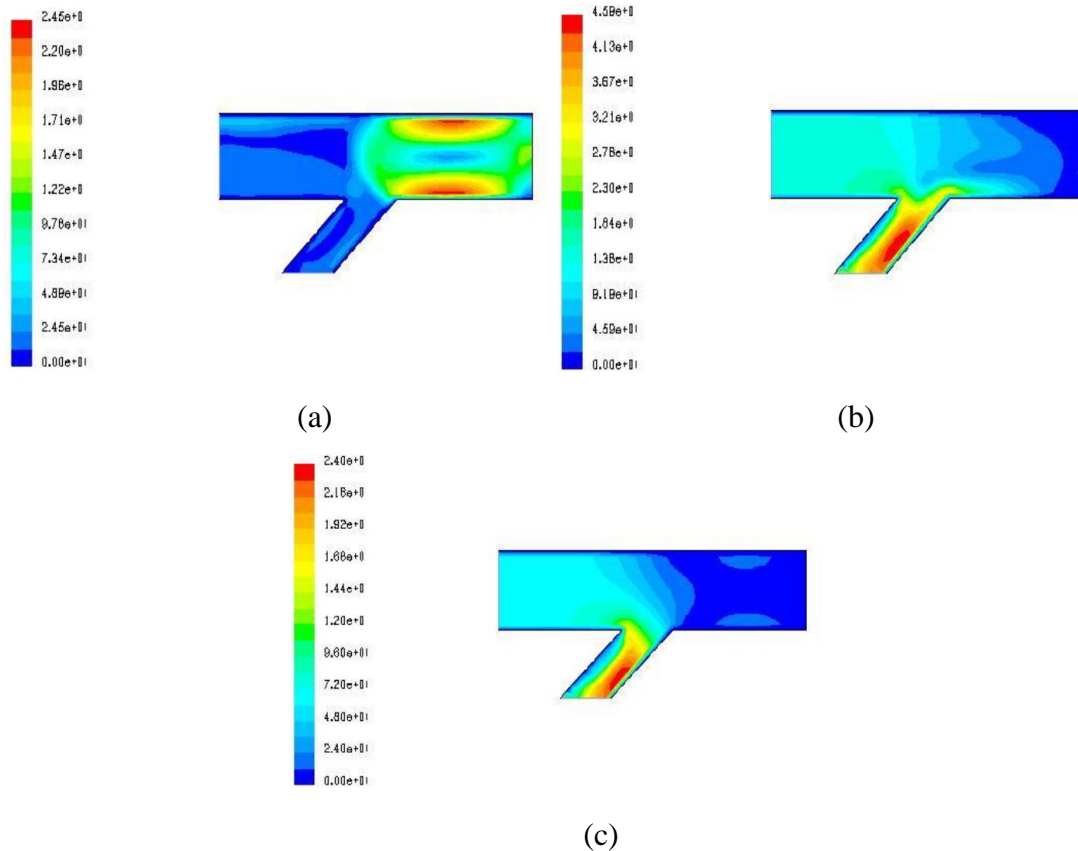
Gambar 1. Proses Iterasi



Gambar 2. Simulasi FLUENT untuk *Pressure* yang berbeda

Dari hasil simulasi tampak bahwa dengan adanya kesamaan tekanan awal dari kedua sungai sedimentasi pasir yang terbentuk berada ditengah-tengah sungai induk setelah pertemuan kedua sungai dan memiliki daerah sedimentasi pasir yang luas sebelum area pertemuan kedua sungai tersebut, sedangkan apabila tekanan induk sungai lebih besar maka daerah sedimentasi pasir yang terbentuk lebih merata didaerah sungai induk setelah pertemuan kedua sungai. Pada simulasi ketiga dimana tekanan anak sungai lebih besar maka daerah sedimentasi pasir yang terbentuk lebih sedikit dibandingkan simulasi yang kedua tadi. Dari simulasi ini dapat disimpulkan bahwa tekanan awal kedua sungai juga berpengaruh terhadap hasil sedimentasi pasir yang terbentuk dengan kondisi ideal adalah tekanan (*pressure*) dari anak sungai lebih besar daripada induk sungai utama.

Pada simulasi kedua ini akan diteliti tentang pengaruh kecepatan (*velocity*) awal dari kedua sungai tersebut dan pengaruhnya terhadap hasil sedimentasi yang terbentuk. Disini akan diinputkan kecepatan yang sama antara kedua sungai sesuai Gambar 3(a), induk sungai dengan kecepatan lebih tinggi pada Gambar 3(b), dan terakhir kecepatan anak sungai lebih tinggi daripada induk sungai pada Gambar 3(c).



Gambar 3. Simulasi FLUENT untuk *Velocity* yang berbeda

Dari hasil simulasi yang pertama yaitu kedua saluran baik induk dan anak sungai memiliki kecepatan aliran yang sama maka daerah yang berpotensi terjadinya sedimentasi pasir adalah berada sebelum pertemuan sungai tersebut (warna biru) dimana didaerah tersebut aliran sungai merupakan yang terendah dan memungkinkan terjadinya pengendapan sedimentasi pasir didaerah tersebut. Pada simulasi kedua dimana kecepatan aliran induk sungai lebih tinggi daripada anak sungai daerah yang berpotensi untuk terjadinya pengendapan sedimentasi pasir adalah didaerah aliran setelah pertemuan dua sungai tersebut. Hal ini tidak jauh berbeda dengan simulasi ketiga dimana pada simulasi ini kecepatan aliran anak sungai lebih tinggi daripada induk sungai ternyata daerah yang berpotensi untuk terjadinya sedimentasi pasir juga didaerah setelah pertemuan kedua sungai tetapi tidak seluas pada simulasi yang kedua (Gambar 3(b)). Dari ini dapat disimpulkan bahwa dengan laju aliran yang sama maka potensi daerah sedimentasi pasir yaitu sebelum pertemuan kedua sungai tersebut, sedangkan jika kecepatan aliran berbeda kondisi ideal untuk terbentuknya sedimentasi pasir yang banyak adalah kecepatan aliran anak sungai lebih tinggi daripada kecepatan aliran induk sungai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dan dilanjutkan dengan simulasi dengan berbantuan software FLUENT maka kesimpulan yang didapatkan adalah jika kedua saluran sungai memiliki tingkat tekanan dan kecepatan aliran yang sama maka area sedimentasi pasir berpotensi terjadi didaerah sebelum pertemuan kedua sungai tersebut, sedangkan jika memiliki tingkat *pressure* dan *velocity* yang berbeda akan berada setelah daerah pertemuan kedua sungai tersebut dengan kondisi ideal yaitu *pressure* dan *velocity* anak sungai lebih tinggi daripada induk sungai.

Saran yang dapat diberikan oleh peneliti setelah mengadakan penelitian tentang analisis sedimentasi pasir pada pertemuan terbuka ini adalah : Perlu diadakan penelitian lanjutan tentang bentuk model saluran sungai yang lain, dan hendaknya diteliti dengan menggunakan software matematika yang lain semisal MAPLE, *Matemateca* ataupun yang lain, serta perlu diadakan penelitian lanjutan mengenai faktor-faktor lain yang berpengaruh misal konsentrasi air sungai dan lain-lain.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Rektor Universitas Jember dan Ketua Lembaga Penelitian (Lemlit) Universitas Jember yang telah memberikan bantuan dana kepada peneliti dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brandner, M., Egermaier, J., Kopincova, H., (2005), "Numerical Methods for River Flow Modelling", *Applied Numerical Mathematics*, Vol. 55, Hal 1-20.
- [2] Fatahillah, A., (2013), "Pemodelan dan Penyelesaian Numerik dari Permasalahan Penyebaran Asap Menggunakan Metode Volume Hingga", *Saintifika*, Vol. 15 (1), Hal 88-96
- [3] Mathews, J. H. (1993), *Numerical Methods for Mathematics, Science and Engineering*, Prentice Hall International, New York
- [3] Widodo, B, Kamiran, 2010, *Profil Sedimentasi Pada Sungai Model Shazy Shabayek*, Surabaya : ITS
- [4] White, F. M, 1986, *Mekanika Fluida*, Jakarta : Erlangga
- [5] Yang, C.T. (1996). *Sediment Transport: Theory and Practice*, McGraw-Hill Companies, New York (reprint by Krieger Publishing Company, Malabar, FL, 2003).