

SIMULASI WAVE RUNUP MENGGUNAKAN VARIATIONAL BOUSSINESQ MODEL DENGAN IMPLEMENTASI STAGGERED GRID FINITE VOLUME

Muhamad Syamsul Huda^{1,*}, Didit Adytia²

¹Jurusan Ilmu Komputasi, Fakultas Informatika – Universitas Telkom [Email: syamsulhuda.uul@gmail.com]

²Jurusan Ilmu Komputasi, Fakultas Informatika – Universitas Telkom [Email: adytia@telkomuniversity.ac.id]

*Corresponding Author

Pemodelan simulasi tsunami sangat penting untuk mengetahui dampak dari fenomena tersebut yang perlu diantisipasi. Yang terpenting dari pemodelan tsunami adalah proses runup gelombang tsunami. Simulasi numerik gelombang runup tidak mudah dilakukan, dikarenakan ada diskontinuitas solusi dari domain basah ke domain yang kering. Pada tugas akhir ini, model matematika yang digunakan untuk memodelkan gelombang runup adalah Variational Boussinesq Model (VBM). VBM akan diimplementasikan secara numerik dengan menggunakan skema staggered grid dengan menggunakan wind. Implementasi staggered grid ini akan lebih mudah dalam implementasi gelombang runup. Hasil simulasi numerik akan dibandingkan dengan data eksperimen untuk validasi hidrodinamika.

Keywords: runup, Variational Boussinesq Model, Finite Volume.

1 PENDAHULUAN

Banyak fenomena alam yang menimbulkan dampak yang merugikan bagi kehidupan manusia. Salah satu fenomena alam yang menimbulkan dampak yang merugikan bagi kehidupan manusia adalah tsunami. Tsunami adalah gelombang yang disebabkan oleh gempa bumi yang terjadi di dasar laut. Ketika tsunami datang ke daratan, gelombang tsunami akan mencapai daratan dan menimbulkan dampak yang merugikan bagi kehidupan manusia. Salah satu dampak yang merugikan bagi kehidupan manusia adalah korban jiwa dan kerugian materi yang dialami penduduk. Karena masalah tersebut, maka pemodelan simulasi tsunami menjadi salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar dampak dari tsunami apabila terjadi di daerah tertentu yang rawan akan terjadinya tsunami. Dengan mengetahui besarnya dampak tsunami yang akan terjadi di daerah tertentu, dampak tsunami dapat di-

urangi. Untuk mengetahui seberapa besar dampak yang akan terjadi di daerah tertentu, pemodelan simulasi tsunami diperlukan. Salah satu pemodelan simulasi tsunami yang digunakan dalam penelitian ini adalah Shallow Water Equation (SWE).

korban jiwa dan kerugian materi yang dialami penduduk. Karena masalah tersebut, maka pemodelan simulasi tsunami menjadi salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar dampak dari tsunami apabila terjadi di daerah tertentu yang rawan akan terjadinya tsunami. Dengan mengetahui besarnya dampak tsunami yang akan terjadi di daerah tertentu, dampak tsunami dapat di-

Dispersion adalah peristiwa dimana gelombang yang memiliki panjang gelombang lebih besar akan berpropagasi lebih cepat dibanding gelombang yang panjangnya lebih pendek pada kedalaman yang sama. Peristiwa inilah yang sangat mungkin terjadi pada tsunami. Akan tetapi model SWE bersifat non-dispersif yang berarti model SWE tidak dapat mengakomodir sifat dispersif pada daerah la-

ut dalam dari tsunami. Untuk memodelkan kasus yang bersifat dispersif salah satu model yang dapat digunakan adalah Variational Boussinesq Model(VBM)(2).

Model VBM dapat diimplementasikan dengan menggunakan beberapa metode numerik, seperti Finite Difference, Finite Volume dan Finite Element. Terdapat dua skema yang dapat diimplementasikan metode-metode tersebut, yaitu Collocated Grid dan Staggered grid. Biasanya metode Collocated Grid diimplementasikan dengan menggunakan Finite Difference namun tetapi implementasi Collocated Grid sulit untuk memodelkan tsunami pada kasus runup karena menggunakan grid yang sama di domain basah dan domain kering. Sedangkan Staggered Grid yang dapat mengakomodir diskontinuitas solusi dari kasus runup dan mudah diimplementasikan. Model SWE dengan impact dilakukan Finite Volume Grid dan Duinmeijer (3) dan juga (et al.) dapat digabungkan dengan Finite Difference Grid dengan basis analitik.

Pada Tahap selanjutnya akan dilakukan modelkan kasus gas Akhmediev dengan implementasi asus runup menggunakan Finite Difference Grid. Nilai numerik Finite Difference akan dihasilkan dan dibandingkan dengan hasil dari laboratorium hidrografi dan di depan sim

2. METODE yang dilakukan.

Untuk memulai simulasi yang harus dipersiapkan adalah membangun kondisi awal dan beberapa parameter yang dibutuhkan sebelum simulasi dijalankan. Seperti domain kerja simulasi yang disini diwakili dengan variable dx dan langkah waktu yang diwakili dengan variable dt. Begitu pula nilai awal dari elevasi gelombang η beserta kecepatannya u dan nilai Ψ yang dibutuhkan sebelum memulai simulasi.

Simulasi dijalankan dengan melakukan ite-

rasi terhadap variabel waktu t menuju tFinal dengan langkah iterasi sebesar dt yang sudah ditentukan dari persiapan awal simulasi. Simulasi akan tetap berlangsung selama nilai t kurang dari tFinal yang sudah ditentukan dan akan berhenti jika nilai t melebihi tFinal.

$$\partial_t \eta = -\partial_x((h + \eta)u) - \partial_x(\beta \partial_x \Psi) \quad (1)$$

$$\partial u = -g \partial_x \eta - u \partial_x u \quad (2)$$

$$\partial \Psi = \partial_x(\beta u) \quad (3)$$

Tahap selanjutnya akan dilakukan untuk menentukan nilai awal dan kondisi batas. Untuk itu digunakan melalui hitung nilai total deep(H) yang lebih besar dari variable n. Selanjutnya sudah memenuhi upwind condition menggunakan nilai Ψ dicari solusinya dengan menggunakan fungsi Thomas algorithm.

Tahap selanjutnya adalah menyelesaikan persamaan kontinuitas gelombang η untuk mendapatkan variasi gelombang momentum terbaru.

saikan persamaan (2) untuk mendapatkan nilai kebaruan yang akan digunakan untuk update nilai Ψ sebagai hasil

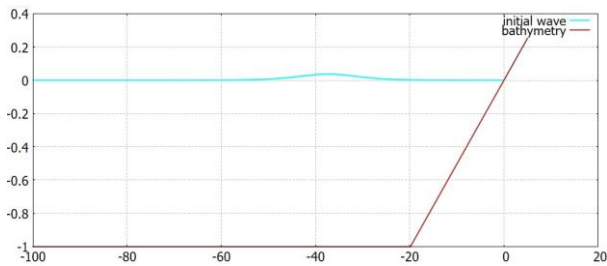
akan dilakukan simulasi selanjutnya dan u se

akan dengan

EMBAHASA bahasa C akan hasil simulasi runup dijalankan oleh

simulasi pemograman dalam politory wad dan in the canonic beach runup.

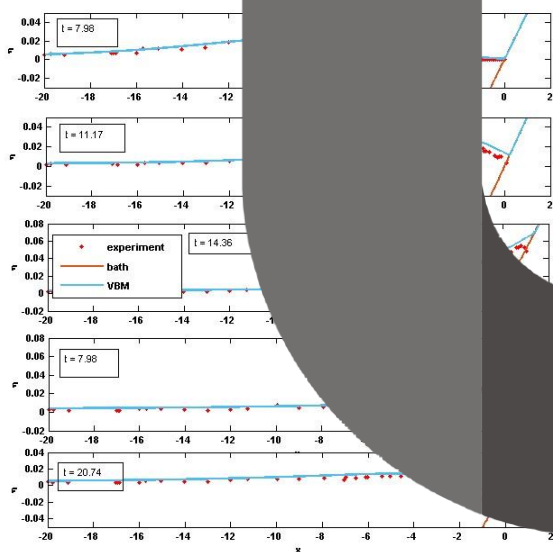
Simulasi runup dilakukan pada domain X = [-100,5]m yang dilakukan selama tFinal = 24s dengan langkah waktu Δt = 0.01. Dengan kondisi awal untuk η dan batimetri seperti pada gambar(1). Kondisi awal didapat dengan cara membaca file input. Dalam simulasi runup yang dijalankan pada penulis menambahkan suatu kondisi yang digunakan untuk menyelesaikan continuity equation. Dimana ketika nilai total deep(H) lebih besar dari variable



Gambar 1. Kondisi awal dan Bathymetri

ϵ yang bernilai 0.001. Continuity equation akan diselesaikan dengan menggunakan metode finite volume. Jika sama atau lebih dari satu persamaan akan diselesaikan dengan metode finite volume.

Diambil beberapa data tertentu yaitu [17.56, 20.74] untuk dibandingkan dengan data eksperimen laboratorium hidrodinamika. Hasil perbandingan dapat dilihat pada gambar(2). Pada gambar(2) hasil simulasi VBM runup yang berwarna biru sedangkan hasil eksperimen diwarnai merah.



Gambar 2. Hasil Perbandingan antara hasil simulasi dan Eksperimen

4 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada simulasi dengan VBM dan implementasi finite volume staggered grid pada fenomena runup waves dihasilkan persamaan numerik dan kemudian dibuat program simu-

lasi dari persamaan tersebut. Simulasi telah dilakukan dan divisualisasikan agar bisa diamati secara langsung pergerakan gelombang pada saat di daerah runup. Simulasi dibandingkan dengan hasil eksperimen, dimana pada hasil eksperimen berupa data di lima titik waktu yang berbeda-beda. Dengan visualisasi perbandingan antara hasil simulasi dan eksperimen, dapat disimpulkan bahwa hasil simulasi memiliki akurasi yang tinggi dikarenakan hasil simulasi dapat mengikuti hasil

Farwid i, D., Kifli, S. R. Staggered grid implementation of 1d boussinesq model for simulating dispersive wave. Accepted in proceeding.

[2] Klopman, G., Van Groesen, B., and Dingemans, J. A variational approach to modelling of fully nonlinear waves. *Journal of fluid mechanics*

[3] Stelling, G. W., and van Weijer, S. P. A. (2003) Conservative scheme for evolution in rapidly varied shallow water. *International Journal of Numerical Methods in Fluids*, 42(1), 1-15.

(1987). The runup of solitary waves. *Journal of Fluid Mechanics*, 167, 105-132.