

INTISARI

Aliran fluida dua fasa sering dijumpai dalam aplikasi industri dan penelitian ilmiah. Persoalan utama dalam pemodelan aliran dua fasa adalah adanya evolusi antarmuka antara dua fluida yang tergantung pada sifat-sifat kedua fluida, sifat-sifat antarmuka dan laju aliran. Evolusi antarmuka antara dua fluida menjadi topik yang menantang dalam komputasi aliran dua fasa.

Tujuan dari disertasi ini adalah simulasi numerik aliran dua fasa cair-cair menggunakan metode *radial basis function* (RBF) dan metode Cahn-Hilliard untuk menangkap antar muka antara dua fasa. Dalam penelitian ini, persamaan atur yang digunakan adalah persamaan Navier-Stokes dan persamaan Cahn-Hilliard untuk menangkap evolusi antarmuka antara dua fluida. Metode numerik ini didasarkan pada metode RBF untuk diskritisasi ruang dan metode Euler implisit untuk diskritisasi waktu. Metode koreksi tekanan digunakan untuk menyelesaikan variabel kecepatan dan tekanan.

Dalam makalah ini, metode RBF digunakan untuk mensimulasikan evolusi antarmuka pada ketidakstabilan Rayleigh-Taylor (RTI), ketidakstabilan Kelvin-Helmholtz (KHI) dan terbentuknya gelombang pada aliran *stratified*. Dalam kasus ketidakstabilan Rayleigh-Taylor, perbandingan posisi antar muka tertinggi (*bubble*) dan terendah (*spike*) menunjukkan kesesuaian yang baik dengan data dari literatur. Selanjutnya, metode RBF digunakan untuk menyelesaikan kasus KHI. Perbandingan hasil perhitungan menunjukkan bahwa evolusi antarmuka yang diperoleh dari metode ini memiliki kesesuaian yang baik dengan data yang diperoleh dengan metode hingga. Pengaruh ketebalan antarmuka, rasio masa jenis dan perbedaan kecepatan terhadap evolusi antar dipelajari dalam penelitian ini. Kasus terakhir yang diselesaikan adalah terbentuknya gelombang pada aliran *stratified*. Dalam pemodelan ini diteliti pengaruh tegangan permukaan terhadap terbentuknya gelombang pada antarmuka. Adanya tegangan permukaan pada antarmuka menyebabkan gulungan antar muka yang terbentuk tidak mulus dan amplitude gelombangnya lebih kecil.

Kata kunci : *radial basis function*, aliran dua fasa, persamaan Navier-Stokes, persamaan Cahn-Hilliard, ketidakstabilan Rayleigh-Taylor, ketidakstabilan Kelvin-Helmholtz, aliran *stratified*.

Abstract

Two-phase fluid flows are often encountered in industrial and scientific applications. The main problem in the modeling of the two-phase flows is the evolution of the interface between the two fluids that depend on the properties of both fluids, the properties of the interface and the flow rate. The evolution of the interface between the two fluids remains a challenging topic from computational points of view.

The purpose of the dissertation deals with the numerical simulation of liquid-liquid two-phase flows using radial basis function (RBF) and the phase-field method. In the present work, the flow of the two fluids is governed by the Navier-Stokes equations and the evolution of the interface is captured by the Cahn-Hilliard equations. The numerical method is on the basis of the RBF method for spatial discretization and the Euler implicit method for time discretization. The fractional step method was employed to solve the pressure velocity coupling.

In this paper, the meshless RBF method was used to simulate the interface evolution of Rayleigh–Taylor instability (RTI), Kelvin-Helmholtz instability (KHI), and the formation of waves in the stratified flow. For the RTI problem, the position of the rising bubble and falling spike in the RTI conforms well to the results of the previous works. Subsequently, the RBF method was used to handle the KHI problem. The interface evolutions obtained from the present method agree well with those of the finite difference method. The effects of interface thickness, density ratio and magnitude of velocity difference on the KHI were also investigated. Finally, the present method was used to solve the formation of waves in the stratified flow. In this modeling, the effect of surface tension on the waveforms at the interface is examined. The surface tension at the interface causes the not smooth interface roll up and the wave amplitude is smaller.

Keywords: radial basis function, two-phase flow, Navier-Stokes equations, Cahn-Hilliard equations, Rayleigh–Taylor instability, Kelvin-Helmholtz instability, stratified flow.