

INTISARI

Simulasi Numerik Persamaan Navier–Stokes Menggunakan Metode *Incompressible Smoothed Particle Hydrodynamics (ISPH)*

Oleh

Diana Firdaus Bayuningtiyas
16/398441/PA/17402

Aliran fluida tak termampatkan permukaan bebas (*free-surface*) banyak dijumpai di alam. Metode numerik untuk aliran tak termampatkan dan juga aliran *free-surface* diperlukan baik itu untuk tujuan akademis maupun industri. Namun, aliran tak termampatkan dengan fitur permukaan bebas ini masih menjadi tantangan untuk metode komputasional konvensional yang berbasis *mesh*.

Skripsi ini menerapkan metode *Incompressible Smoothed Particle Hydrodynamics (ISPH)* sebagai sebuah metode Lagrangian, tanpa *mesh* (*meshfree*) berbasis partikel, untuk menyelesaikan persamaan Navier–Stokes pada aliran tak termampatkan. Representasi fluida sebagai partikel memberikan keunggulan berupa kemudahan pengamatan pergerakan fluida secara alamiah. Metode ini memiliki keunggulan pada simulasi aliran *free-surface*.

Metode ISPH pada skripsi ini, menjaga ketidak-terpampatkannya aliran dengan menggunakan mengadopsi metode proyeksi dengan pendekatan bebas divergensi pada medan kecepatan dan mengaplikasikan teknik *particle shifting* untuk menjaga kehomogenan distribusi partikel untuk menjaga kestabilan komputasi serta keakuratannya. Selain itu, penyelesaian persamaan tekanan Poisson dilakukan menggunakan metode iteratif, pemodelan kondisi batas padat menggunakan teknik *fixed ghost particle*, dan pengidentifikasian partikel *free-surface* menggunakan kriteria sederhana yang menjaga efisiensi metode ISPH ini.

Validasi terhadap metode ISPH dilakukan pada beberapa kasus 2 dimensi. Kasus pertama merupakan aliran tak tunak sederhana yaitu aliran Poiseuille. Kasus kedua

adalah aliran *shear-driven cavity* sering kali dijadikan kasus pembanding. Dan kasus ketiga adalah kasus aliran dengan permukaan bebas klasik yaitu *dam-break*. Hasil simulasi dari metode ISPH di skripsi ini menunjukkan perhitungan yang stabil dan konsisten secara tren ketika dibandingkan dengan referensi.

ABSTRACT

Numerical Simulation of the Navier–Stokes Equation using *Incompressible Smoothed Particle Hydrodynamics* (ISPH)

by

Diana Firdaus Bayuningtiyas
16/398441/PA/17402

Incompressible flows are common in nature. The same goes for incompressible flows with free-surfaces. The method for numerical simulation of incompressible and free-surface flow is needed for both of academic and industrial purpose. However, free-surface flow still pose challenges for conventional mesh based computational method.

This skripsi implements Incompressible Smoothed Particle Hydrodynamics (ISPH) as a Lagrangian meshfree particle based method for solving Navier–Stokes equation for incompressible flows. In ISPH, the fluid is represented as particles which makes ISPH method can track down fluid movement naturally. This method has advantages in simulating incompressible free-surface flow.

ISPH method in this skripsi, enforce incompressibility by adopting projection method with divergence-free velocity field. The method also apply particle shifting techniques to maintain particle homogeneous distribution in order both stable and accurate. Furthermore, solving pressure Poisson Equation (PPE) using iterative method, modelling solid boundary using fixed ghost particle technique, and identifying free-surface particles with simple criteria keep the method efficient.

The ISPH method is validated through some 2-dimensional flows. First case is simple quasi-1-dimensional transient, Poiseuille flow. The second case is the shear-driven cavity flows which mostly become benchmark case for incompressible solver. Third, the case of classical free-surface flow, i.e. dam-break. The simulation result of the method shows stable performance with good agreement with the references.