



Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada *Computer Graphics*, *Computational Fluid Dynamics* adalah perhitungan pergerakan *fluid* dan merupakan salah satu fenomena yang sangat penting dan digunakan pada berbagai macam kategori instansi ilmiah dan juga hiburan. Pada kategori hiburan, *Computational Fluid Dynamics* sering digunakan untuk *visual effects* dalam *video game* dan perfilman. Lalu pada kategori ilmiah, *Computational Fluid Dynamics* digunakan untuk lembaga-lembaga astrofisika, balistik, vulkanologi, dan juga oseanografi. Kebutuhan yang tinggi ini membuat *Computational Fluid Dynamics* menjadi topik yang populer pada simulasi berdasarkan fisika (Bender *et al.*, 2017).

Berdasarkan kamus inggris Oxford (Oxford University Press, 2019), *Fluid* didefinisikan sebagai suatu zat yang tidak memiliki bentuk yang pasti dan mudah terpengaruh oleh tekanan eksternal, contohnya gas dan cairan. Oleh karena itu, *Computational Fluid Dynamics* merupakan subbagian dari ilmu komputasi fisika yang mempelajari pergerakan gas dan cairan.

Menurut Strantzi, *Computational Fluid Dynamics* memiliki dua metode pendekatan yaitu Lagrangian dan Eulerian. Metode Lagrangian menyimpan informasi pergerakan *fluid* dalam bentuk partikel-partikel sehingga dapat disebut juga dengan metode berbasis partikel. Metode Eulerian menggambarkan *fluid* dengan cara membangun struktur *grid* yang setiap *cell* nya menyimpan informasi dari pergerakan *fluid*, metode ini dapat disebut juga dengan metode berbasis *grid*.

Metode Lagrangian yang paling populer adalah *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH) (Strantzi, 2016).

Metode *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH) merupakan metode interpolasi berbasis partikel yang pergerakannya dipengaruhi oleh partikel-partikel di sekelilingnya. Namun, menurut Strantzi (2016) implementasi SPH membutuhkan penggunaan sumber daya komputasi yang sangat tinggi dikarenakan pencarian partikel tetangga yang memiliki kompleksitas *worst case* $O(n)$ pada setiap partikelnya sehingga memiliki total kompleksitas *worst case* $O(n^2)$. Oleh karena itu digunakanlah algoritma Nearest Neighbor Search untuk optimisasi. Algoritma Nearest Neighbor Search adalah algoritma yang berfungsi untuk mencari titik-titik tetangga dari suatu titik, dan Spatial Hashing digunakan karena memiliki kompleksitas *worst case* $O(1)$ sehingga kompleksitas *worst case* untuk pencarian partikel tetangga pada setiap partikel nya adalah $O(n)$.

Upaya optimisasi selain perhitungan atribut tetangga adalah metode komputasi. Penelitian yang dilakukan oleh Strantzi (2016) terdiri dari komputasi yang berjalan pada satu *thread* yang dapat mencapai 7.000 partikel pada perangkat yang digunakan. Algoritma SPH merupakan algoritma yang menghitung dengan rumus yang sama berkali-kali karena kompleksitas $O(n^2)$ untuk setiap partikelnya. Oleh karena itu, digunakanlah metode komputasi CPU Multithreading menggunakan *library Entity Component System* (ECS) yang dapat menjalankan komputasi rumus yang sama tersebut secara paralel.

Penelitian ini memodelkan *fluid* dengan menggunakan metode *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH) yang dioptimisasi menggunakan algoritma Nearest Neighbor Search, dan metode komputasi *Entity Component System* (ECS).

Kecepatan *rendering* yang menjadi batasan minimal adalah 10 – 12 *Frames per Second* (FPS) dan nilai idealnya 16 – 24 *Frames per Second* (FPS) (Read & Meyer, 2000). Metode SPH memiliki tiga keunggulan utama yaitu: tingkat akurasi, adaptabilitas dan stabilitas yang tinggi; dan memiliki jangkauan aplikasi yang sangat luas dari pemodelan mikroskopis (komponen atom) sampai dengan skala makroskopis (pemodelan gugus galaksi) (Hamdi, 2008). Penelitian ini dilakukan dengan harapan bahwa SPH dapat diimplementasikan beserta beberapa metode optimisasi yang digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, masalah yang dirumuskan sebagai berikut.

1. Mengimplementasikan simulasi *Computational Fluid Dynamics* dengan menggunakan metode *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH) secara *real-time*.
2. Mencari jumlah maksimal partikel pada tingkat kecepatan *rendering* minimal dalam satuan *Frames per Second* (FPS) dari implementasi *Smoothed Particle Hydrodynamics* pada simulasi *Computational Fluid Dynamics* secara *real-time* baik dengan optimisasi ataupun tanpa optimisasi.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Objek dari *Computational Fluid Dynamics* yang ingin disimulasikan adalah pergerakan air pada gravitasi bumi yaitu 9.8 m/s.
2. Objek yang akan disimulasikan merupakan air *Newtonian*.
3. Objek akan disimulasikan secara tiga dimensi pada wadah berbentuk balok atau kubus.
4. Hasil simulasi berupa partikel yang belum berbentuk air.
5. Metode optimisasi yang digunakan adalah Spatial Hashing dan Entity Component System (ECS).
6. Hasil simulasi memiliki kecepatan *rendering* dengan nilai minimal 10 – 12 FPS.

1.4 Tujuan Penelitian

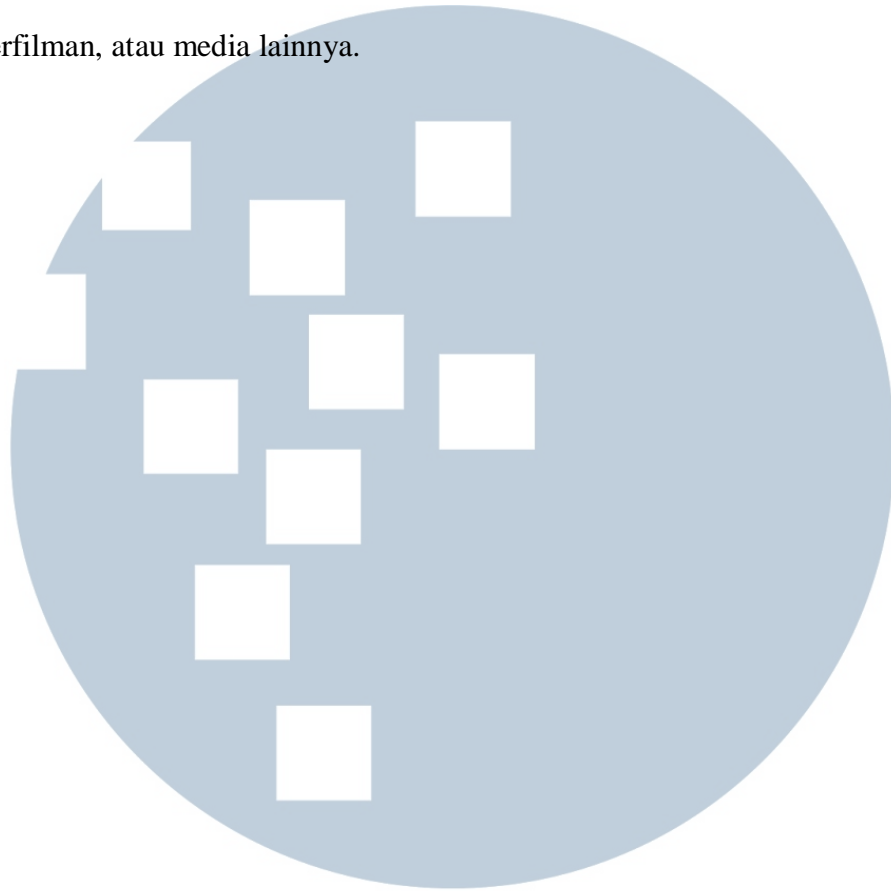
Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengimplementasikan simulasi *Computational Fluid Dynamics* dengan menggunakan metode *Smoothed Particle Hydrodynamics*.
2. Mengukur berapa jumlah maksimal partikel pada kecepatan rendering dan komputasi minimal secara *real-time* dalam satuan *Frames per Second* (FPS) pada hasil implementasi baik dengan optimisasi ataupun tanpa optimisasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasi *Computational Fluid Dynamics* menggunakan algoritma *Smoothed Particle Hydrodynamics* secara

real-time yang dapat digunakan pada media *game*, *virtual reality*, *visual effects*,
perfilman, atau media lainnya.



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA