

VOL. 18 NO. 1 MARET 2017

ISSN : 1411-3201

Jurnal Ilmiah

DASI

DATA MANAJEMEN DAN TEKNOLOGI INFORMASI



UNIVERSITAS
AMIKOM
YOGYAKARTA

VOL. 18 NO. 1 MARET 2017

ISSN:1411-3201

JURNAL
ILMIAH
DASI

**DATA MANAJEMEN DAN
TEKNOLOGI INFORMASI**



**UNIVERSITAS
AMIKOM
YOGYAKARTA**

VOL. 18 NO. 1 MARET 2017
JURNAL ILMIAH
Data Manajemen Dan Teknologi Informasi

Terbit empat kali setahun pada bulan Maret, Juni, September dan Desember berisi artikel hasil penelitian dan kajian analitis kritis di dalam bidang manajemen informatika dan teknologi informatika. ISSN 1411-3201, diterbitkan pertama kali pada tahun 2000.

KETUA PENYUNTING

Abidarin Rosidi

WAKIL KETUA PENYUNTING

Heri Sismoro

PENYUNTING PELAKSANA

Emha Taufiq Luthfi

Hanif Al Fatta

Hastari Utama

STAF AHLI (MITRA BESTARI)

Jazi Eko Istiyanto (FMIPA UGM)

H. Wasito (PAU-UGM)

Supriyoko (Universitas Sarjana Wiyata)

Ema Utami (AMIKOM)

Kusrini (AMIKOM)

Amir Fatah Sofyan (AMIKOM)

Ferry Wahyu Wibowo (AMIKOM)

Rum Andri KR (AMIKOM)

Arief Setyanto (AMIKOM)

Krisnawati (AMIKOM)

ARTISTIK

Robert Marco

TATA USAHA

Nila Feby Puspitasari

PENANGGUNG JAWAB :

Rektor UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA, Prof. Dr. M. Suyanto, M.M.

ALAMAT PENYUNTING & TATA USAHA

UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA, Jl. Ring Road Utara Condong Catur Yogyakarta, Telp. (0274) 884201 Fax. (0274) 884208, Email : jurnal@amikom.ac.id

BERLANGGANAN

Langganan dapat dilakukan dengan pemesanan untuk minimal 4 edisi (1 tahun)

pulau jawa Rp. 50.000 x 4 = Rp. 200.000,00 untuk luar jawa ditambah ongkos kirim.

VOL. 18 NO. 1 MARET 2017

ISSN : 1411- 3201

JURNAL ILMIAH

DASI

DATA MANAJEMEN DAN TEKNOLOGI INFORMASI

UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA

JURNAL ILMIAH

DASI

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas anugerahnya sehingga jurnal edisi kali ini berhasil disusun dan terbit. Beberapa tulisan yang telah melalui koreksi materi dari mitra bestari dan revisi redaksional dari penulis, pada edisi ini diterbitkan. Adapun jenis tulisan pada jurnal ini adalah hasil dari penelitian dan pemikiran konseptual. Redaksi mencoba selalu mengadakan pembenahan kualitas dari jurnal dalam beberapa aspek.

Beberapa pakar di bidangnya juga telah diajak untuk berkolaborasi mengawal penerbitan jurnal ini. Materi tulisan pada jurnal berasal dari dosen tetap dan tidak tetap UNIVERSITAS AMIKOM Yogyakarta serta dari luar UNIVERSITAS AMIKOM Yogyakarta.

Tak ada gading yang tak retak begitu pula kata pepatah yang selalu di kutip redaksi, kritik dan saran mohon di alamatkan ke kami baik melalui email, faksimile maupun disampaikan langsung ke redaksi. Atas kritik dan saran membangun yang pembaca berikan kami menghaturkan banyak terimakasih.

Redaksi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
Sistem Informasi Untuk Prediksi Keamanan Pembiayaan Nasabah Bank Syariah XYZ	1-7
Sumarni Adi (Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta)	
Perancangan Sistem Informasi E-Learning Pada SMK Syubbanul Wathon Tegalrejo Magelang	8-13
Dina Maulina ¹⁾ , Bernadhed ²⁾ (¹⁾ Sistem Informasi Universitas AMIKOM Yogyakarta, ²⁾ Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta)	
Sistem Pakar Klasifikasi Tunagrahita Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web (Studi Kasus : SLB Tunas Kasih 2 Turi)	14-19
Marwan Noor Fauzy ¹⁾ , Barka Satya ²⁾ (^{1,2)} Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta)	
Visualisasi 2D Fluida 2 Fase Menggunakan Lattice Boltzmann 2D Visualization 2 Phase Fluid Using Lattice Boltzmann	20-24
Arifiyanto Hadinegoro (Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta)	
Perancangan Arsitektur Dan Purwarupa Model Pembelajaran <i>Massive Open Online Course</i> (MOOCS) Di Perguruan Tinggi Menggunakan Layanan Mobile.....	25-30
Emigawaty (Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta)	
<i>Developer Tools</i> Sebagai Alternatif Pengukuran <i>User Experience</i> Pada Website.....	31-36
Lilis Dwi Farida (Sistem Informasi Universitas AMIKOM Yogyakarta)	
Evaluasi Heuristic Sistem Informasi Pelaporan Kerusakan Laboratorium Universitas AMIKOM Yogyakarta.....	37-43
Mulia Sulistiyono (Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta)	
Metadata Forensik Untuk Mendukung Proses Investigasi Digital.....	44-50
Moh. Subli ¹⁾ , Bambang Sugiantoro ²⁾ , Yudi Prayudi ³⁾ (^{1,3)} Magister Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, ²⁾ Teknik Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta)	
Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Teorema Bayes	51-56
Acihmah Sidaurok ¹⁾ , Ade Pujianto ²⁾ (¹⁾ Sistem Informasi Universitas AMIKOM Yogyakarta, ²⁾ Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta)	
Klasifikasi Konsentrasi Penjurusan Mahasiswa Universitas AMIKOM Yogyakarta.....	57-63
Hartatik (Manajemen Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta)	

Penerapan Data Mining Untuk Clustering Data Penduduk Miskin Menggunakan Algoritma Hard C-Means	64-69
Femi Dwi Astuti (Teknik Informatika STMIK AKAKOM Yogyakarta)	
Pembuatan Sistem Pendeteksi Dini Kebakaran Menggunakan Atmega8.....	70-75
Rizqi Sukma Kharisma ¹⁾ , Ardi Setiyansah ²⁾ (^{1,2)} Informatika Universitas Amikom Yogyakarta)	

VISUALISASI 2D FLUIDA 2 FASE MENGGUNAKAN LATTICE BOLTZMANN 2D VISUALIZATION 2 PHASE FLUID USING LATTICE BOLTZMANN

Arifiyanto Hadinegoro

Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta
email : arifiyanto@amikom.ac.id

Abstraksi

Benda cair atau fluida adalah satu benda alam yang sangat di butuhkan oleh makhluk hidup di bumi, benda cair merupakan salah satu benda alam yang cukup sulit untuk di buat komputasinya, Sebabnya adalah sifat dari fluida yang mudah berubah terhadap penampang lingkungannya. Sifat ini yang membuat sangat sulit untuk gambarkan menggunakan komputer. Penerapan metode secara numerik bisa bisa menjadi solusi untuk mendapat simulasi yang mendekati aslinya. Hasil komputasi numerik inilah yang di gunakan untuk komputasi, Beberapa metode yang bisa di terapkan untuk komputasi , salah satunya adalah metode Lattice Boltzman yang cukup bagus dalam membuat visualisasi nilai dari fluida. Nilai yang di dihasilkan oleh metode tersebut kemudian di terjemahkan dalam kode kode komputasi hingga bisa di visualisasikan dalam komputer dengan bentuk 2 dimensi dengan 2 fluida yang memiliki perbedaan kekentalan atau di sebut 2 fase

Kata Kunci :

fluida, simulasi , dua fase , lattice Boltzmann

Abstract

Liquid or fluids is a very natural matter needed by beings on earth, Liquid is a natural object that is quite difficult for built computing, reason is the nature of the fluid that is easily change to a cross-environment. This trait that make very difficult to describe to use a computer. The implementation of numerically methods can be a solution for the simulation gets a realistic. The results of numerical computation is in use for computing, few methods that can be applied to computing, which one is the Lattice Boltzmann methods are good at making visualization of the value of the fluid. This Value produced by from method then translated into computational code to code can be visualized in a computer with a 2-dimensional shape with two fluids with different viscosity or the so-called second phase.

Keywords :

fluid, simulation, two phase , lattice Boltzmann

Pendahuluan

Fluida atau benda cair merupakan zat yang mudah berubah bentuk yang di pengaruhi oleh penampangnya dan faktor lain di sekitarnya, seperti tekanan, udara , dan gravitasi, hal inilah yang cukup sulit untuk di buatkan simulasinya dalam komputer, namun dengan metode numerik maka nilai dari gerakan fluida bisa di hitung dengan nilai yang mendekati aslinya.

Secara perhitungan analisis beberapa metode bisa di gunakan untuk menghitung perubahan pada sebuah benda, seperti pergerakan gelombang laut [1], gelombang suara [2], dan lain lain, namun membutuhkan keahlian adalah hal aljabar untuk menyelesaikan sebuah simulasi fluida . secara numerik ada beberapa metode yang bisa menghasilkan nilai mendekati keadaan asli fluida, metode lattice boltzman adalah salah satunya, sebuah metode yang menghitung secara mikroskopik, metode inilah yang akan di gunakan dalam penelitian ini.

Hasil yang di harapkan adalah sebuah simulasi air yang jatuh akibat dari gaya gravitas dan membentur air yang lain di dasar.

Tinjauan Pustaka

Visualisasi merupakan salah satu cara untuk merepresentasikan data [3] sebuah data bisa di dapatkan dari bermacam metode yang ada seperti simulasi [4]. Selain data untuk membuat sebuah visualisasi di butuhkan beberapa tools pendukung seperti perangkat lunak dan perangkat keras, perangkat lunak yang pasti di butuhkan adalah video accelerator atau yang sering kita kenal dengan VGA (*Video Graphics Accelerator*) yang berfungsi untuk menerjemahkan data ke dalam output layar monitor. OpenGL, paraview, blender, matlab, openCV dan lain lain merupakan tools aplikasi yang banyak di gunakan untuk menampilkan hasil visualisasi, seperti beberapa peneliti ini yang membuat visualisasi penelitiannya dengan beberapa tools tersebut [1] [5] [6]. Ada beberapa metode numerik untuk membuat sebuah simulasi fluida di antaranya. *Smoothed particle hydrodynamics*

(SPH), yang di gunakan oleh peneliti Janicke & Scheuermann [7] dan Lattice Boltzmann (LB), merupakan metode metode yang sering di gunakan untuk membuat simulasi fluida seperti Thurey pada penelitiannya [8] dan Munoz [5] yang menggunakan metode LB,

Fluida yang memiliki jarak molekul yang tidak terlalu rapat seperti pada benda padat dan gaya antar molekul yang lemah atau kita lebih mengenalnya dengan sebutan zat cair, zat cair (air, minyak, dan lain-lain) [9]. Dengan kondisi molekul tersebut maka zat cair lebih mudah di deformasi (tapi tidak mudah di mampatkan). Karena hal tersebut fluida mempunyai sifat bisa mengalir dan memberikan sedikit hambatan terhadap perubahan bentuk temperature [10]. Tekanan di lambangkan dengan P (pressure) dan T untuk temperatur.

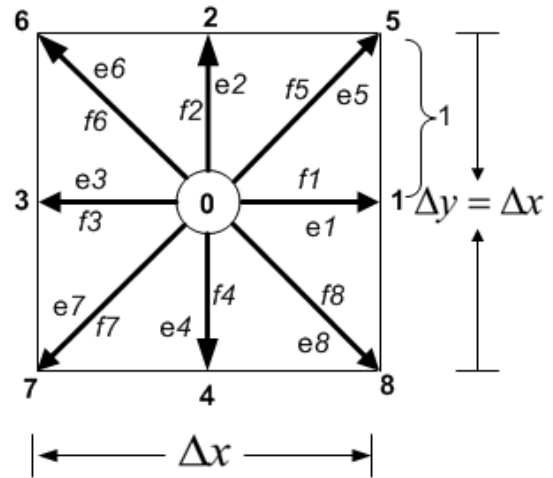
Aliran dua fase adalah Aliran dalam banyak fase atau atau multi fase sering di jumpai dalam kehidupan sehari hari, dalam hal ini dua fase yang bagian dari multi fase, bisa berupa gas-cair, dan gas cair. Kriteria dari dua fase yaitu memiliki perbedaan kerapatan pada tiap fase fluidanya.

Metode Lattice boltzman (LBM) merupakan pengembangan cellular automata, yang berarti fluida terbentuk dari banyak sel sejenis. Semua sel di perbaharui di setiap langkah waktu dengan aturan sederhana, dengan ikut memperhitungkan sel-sel di sekitarnya. Lattice Boltzmann sendiri merupakan bagian dari bagian fisika statik klasik dan menggambarkan perilaku gas dalam skala mikroskopis. Lattice Boltzmann memodelkan fluida yang tak mampu-mampat (*incompressible*) di mana partikel fluida hanya dapat bergerak searah dengan collouisiont kecepatan lattice. Lattice Boltzmann menjelaskan Model perilaku makroskopik cairan dalam fisika statistik, dan menjelaskan Model perilaku makroskopik cairan dalam fisika statistik.

Model dalam metode Lattice Boltzmann di lambangkan dengan DnQm, di mana n menyatakan jumlah dimensi yang di gunakan dan m menyatakan jumlah arah lattice yang di gunakan. Metode Lattice Boltzmann menyediakan model-model lattice untuk di gunakan sesuai dengan ruang dimensi dan kebutuhan seperti model D1Q2 dan D1Q3, D1Q5, D2Q5 dan D2Q4, D2Q9, D3Q15, dan D3Q19 [11].

Dalam penelitian ini akan di bangun model simulasi perambatan gelombang menggunakan model Lattice Boltzmann D2Q9, yaitu berdimensi 2 dengan 9 arah lattice. Bisa di lihat pada Gambar 1, yang menunjukkan kartesian lattice dan kecepatan ea di mana a = 0, 1,...,8 adalah indeks arah dan e0 = 0

yang menunjukkan partikel saat diam. Setiap sisi dari sel memiliki panjang 1. Unit lattice (lu) adalah ukuran panjang dalam Metode Lattice Boltzmann dan selisih waktu (ts) adalah unit waktu.



Gambar 1. variabel arah setiap titik lattice

Susunan fungsi f_i yaitu $f_0, f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7, f_8$ pada gambar 1 merupakan arah vektor pada metode lattice Boltzmann. Vektor dengan nomor 0 mempunyai panjang 0 dan menyimpan jumlah partikel yang berhenti di sel berikutnya. Partikel tidak akan bergerak jika tidak ada tumbukan dengan partikel lain yang menyebabkan pergerakan.

Proses simulasi LBM terdiri dari dua tahap yang di ulang setiap langkah waktu, pertama adalah tahap aliran (*streaming*) (1) di mana perpindahan sebenarnya dari partikel melalui grid di lakukan. Tahap berikutnya menghitung tabrakan yang terjadi selama pergerakan itu, sehingga di namakan tahap tabrakan (*collision*) (2) di tambahkan F sebagai gaya luar misalnya gravitasi (3)

$$1 \quad f'_i(\bar{x}, t) = f_i(\bar{x}, t) - \frac{1}{\tau} (f_i(\bar{x}, t) - f_i^{eq}(\bar{x}, t)) + F_i \quad (1)$$

$$2 \quad f'_i(\bar{x} + \bar{e}_i \Delta t, t + \Delta t) - f'_i(\bar{x}, t) = -\frac{1}{\tau} (f'_i - f_i^{eq}) + F_i \quad (2)$$

$$3 \quad f'_i(\bar{x} + \bar{e}_i \Delta t, t + \Delta t) - f'_i(\bar{x}, t) = -\frac{1}{\tau} (f'_i - f_i^{eq}) + F_i \quad (3)$$

Di dalam pemrograman, perlu di perhatikan bahwa data hasil perubahan pada fungsi distribusi masih di perlukan untuk tahap aliran (*streaming*) sel lain. Secara numerik LBM dapat di tuliskan dalam persamaan aliran (*streaming*) dalam waktu (t). Proses tumbukan di lakukan untuk mendapatkan nilai keseimbangan (f_i^{eq}).

Proses tumbukan terjadi dengan adanya relaksasi fungsi distribusi yang dapat di hitung untuk setiap sel dengan kepadatan dan kecepatan dari persamaan variabel makroskopik.

Untuk dua fase terdapat perubahan karena adanya nilai tambahan yaitu gaya tekanan pada setiap latticeny. Persamaan yang di gunakan adalah persamaan yang di gunakan Shan & Chen [12]. Terlihat pada persamaan (4) di bawah Persamaan ini sering di gunakan karena saat ini adalah metode yang cukup stabil dalam hal menghitung gaya luar [12].

$$F(x, t) = -G\psi(x, t) \sum_{\alpha=1}^8 w_{\alpha} \psi(X + e_{\alpha} \Delta t, t) e_{\alpha} \quad (4)$$

G adalah kekuatan interaksi, w_{α} adalah $1/9$ $a = \{1,2,3,4\}$, di mana $1/36$ for $a = \psi$ adalah potensi interaksi persamaannya di tulis pada persamaan (5) di bawah :

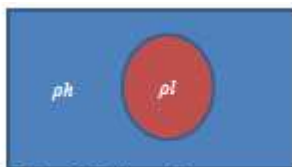
$$\psi(\rho) = \psi_0 \exp(-\rho_0 / \rho) \quad (5)$$

ψ_0 dan ρ_0 adalah nilai konstan sembarang.

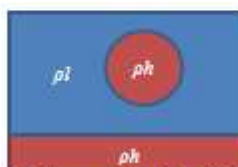
Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini di lakukan studi pustaka di mana tahap ini adalah tahap pengumpulan data dan mengkaji atas hasil hasil penelitian sebelumnya dan yang akan menjadi dasar dari pengembangan. Penelitian ini mengembangkan sebuah code yang di tulis oleh Graham Pullan yang di publikasikan di internet [HYPERLINK \l "Pul08" 6.] program ini hanya menampilkan simulasi aliran satu fase saja.

Untuk keperluan penelitian maka di buatlah model kasus untuk simulasi yang akan di buat simulasi terlihat pada gambar 2 dan gambar 3 di bawah.



Gambar 2



Gambar 3

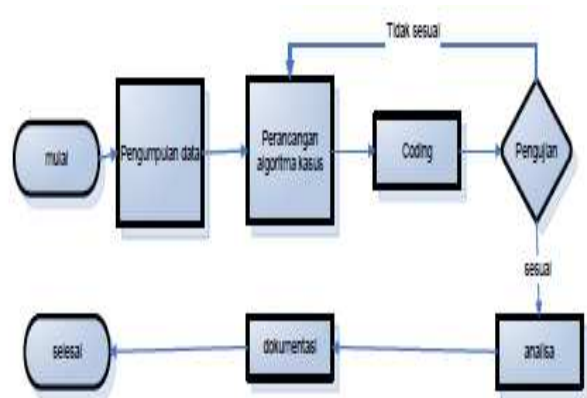
Warna merah merupakan fluida dan biru merupakan udara atau zat yang memiliki nilai kekentalan lebih kecil dari fluida. Gambar 2 merupakan rancangan kasus saat fluida jatuh menabrak benda padat, pada gambar 3 merupakan gambar kasus saat fluida jatuh menabrak pada jenis fluida yang sama.

Tahap pembuatan kode program (coding) untuk simulasi, pada tahap ini memindahkan variabel data ke bahasa pemrograman bahasa C. secara keseluruhan kode yang di buat merupakan kode pengembangan dari kode sebelumnya [6], di mana kode sebelumnya hanya menampilkan simulasi fluida dalam satu fase saja, Model coding untuk multiphase

di tambahkan menggunakan model yang di buat oleh Shan & Chen [12].

Pengujian adalah aktivitas eksekusi program dari tambahan pengembangan yang telah di buat, dan di lakukan pengamatan hasil kesesuaian visualisasi dari algoritma kasus yang di buat, jika hasil visualisasi tak seperti yang di diharapkan, maka proses kembali pada algoritma kasus dan di buat ulang.

Langkah penelitian yang di lakukan tergambar pada flowchart gambar 4 di bawah .



Gambar 4 bagan alur penelitian

Hasil dari pengembangan kode yang di gunakan adalah menyatukan rumus perhitungan yang di lakukan oleh peneliti sebelumnya [6] , dengan rumus perhitungan dari hasil rumus tersebut maka akan menghasilkan simulasi yang memperhitungkan gaya luar yaitu gravitasi [12], dengan menambahkan gaya luar luar maka simulasi fluida akan mendekati aslinya di mana ada gaya luar yang mempengaruhi pada fluida. penambahan rumus yang dalam bahasa C yang terlihat seperti potongan program di bawah, di mana program di bawah adalah menghitung nilai kekentalan dan perhitungan gaya luar atau gravitasi.

```

ux[i0] += tau*body_force_x;
uy[i0] += tau*body_force_y;
phi[i0] = 1.0-exp(-rho[i0]);
//.....//
ux[i0] += tau*(-G*phi[i0]*grad_phi_x)/rho[i0];
uy[i0] += tau*(-G*phi[i0]*grad_phi_y)/rho[i0];
    
```

Selanjutnya adalah menambahkan kode program untuk menggambarkan model simulasi kasus yang telah di tetapkan sebelumnya, kode program dalam bahasa C di bawah, kode program di bawah membuat visualisasi model lingkankaran dan dataran yang yang memiliki densitas rendah atau fluida.

```

dx2 = ((float)(i - dx))*((float)(i - dx)); // lingkaran
dy2 = ((float)(j - dy))*((float)(j - dy)); // lingkaran

dx3 = ni; // dataran
dy3 = ((float)(j - 30))*((float)(j - 30)); // dataran
radius2 = sqrtf(dx3 + dy3); // dataran
radius = sqrtf(dx2 + dy2); // lingkaran
tmp1 = 0.5 * ((rho0 + rho) - (rho0 - rho) * tanh ((radius - dr) / ifaceW * 2.0));
tmp2 = 0.5 * ((rho0 + rho) - (rho0 - rho) * tanh (radius2 - 49 / ifaceW * 2.0));
tmp = tmp1 + tmp2;
if (tmp > rho) rho[i0] = tmp;
    
```

Untuk menampilkan hasil dalam bentuk 2D hasil perhitungan dalam program di masukkan dalam satu variable. Visualisasi yang di tampilkan adalah nilai desitasnya atau Rho (ρ) yang telah di dapat dari rumus yang ada yaitu jumlah dari nilai lattice yang kemudian akarkan untuk menyesuaikan nilai pada tabel warnanya.

Hasil simulasi

Parameter dalam simulasi ini terdapat pada tabel 1 di bawah ini

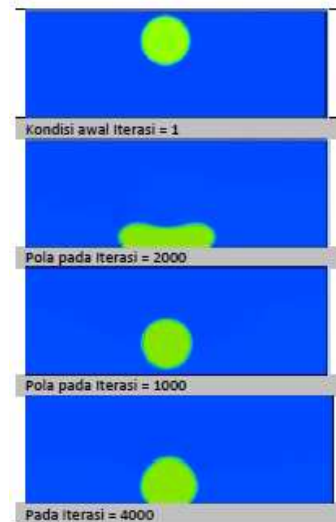
Tabel 1 parameter simulasi

Variable	Real	Simulasi
Ukuran sel	0.0005[m]	1
Selang waktu	0.00001[s]	1
Perc. Gravitasi	9.81[ms ⁻²]	1.0e-4
Viskositas	10-6[m ² s ⁻¹]	4.0e-4
Relaksasi	-	1.0
Massa jenis udara	1,2 kg/m ³	0.0734
Massa jenis air	1000 kg/m ³	2.6429

Tabel 1 menunjukkan nilai parameter yang di gunakan dalam simulasi dengan keadaan nyata.

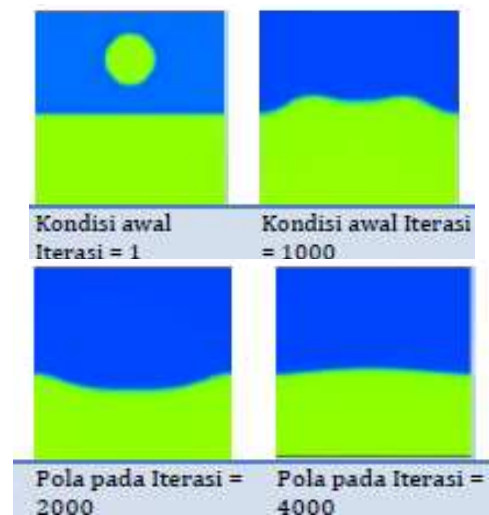
Hasil Visualisasi fluida pada model kasus pertama terlihat pada gambar 5 di bawah : jumlah pixel pada kasus pertama adalah 320x120 px. Hasil simulasi menampilkan gambar dengan dua warna berbeda warna hijau mewakili fluida dengan kekentalan tinggi yang mendekati cairan, sedangkan warna biru adalah fluida dengan densitas rendah , atau mewakili udara.

Pada kasus simulasi pertama cairan akan meluncur kebawah akibat dari gaya gravitasi yang di berikan, kemudian akan menambrak penampang dasar dan membuat cairan fluida mengalami perubahan bentuk sesuai dengan aliran mendekati gerakan pada keadaan sebenarnya. Seperti terlihat pada gambar 5 di bawah.



Gambar 5 hasil simulasi kasus pertama

Hasil visualisasi pada pada model kasus kedua terlihat pada gambar 6 di bawah, dengan menggunakan jumlah pixel 200x200px, pada simulasi kedua cairan fluida mengalami tumbukan terhadap fluida dengan jenis yang sama, sehingga pada saat tumbukan cairan fluida di bawah mengalami riak gelombang akibat tumbukan dari fluida di atas capture hasil simulasi terlihat pada gambar 6 di bawah



Gambar 6 hasil simulasi kasus kedua

Hasil dari simulasi kasus di atas dapat terlihat bahwa gerakan fluida pada setiap kasus sudah mendekati keadaan nyata, walau parameter simulasi sangat jauh dengan keadaan aslinya bisa di lihat pada tabel 1 di atas.

Kesimpulan dan Saran

Dari penelitian yang di lakukan di ambil kesimpulan :

1. visualisasi fluida dua fase berhasil menampilkan gambaran pergerakan fluida yang mendekati keadaan nyata.
2. Algoritma pengembangan kode komputasi untuk visualisasi fluida berhasil di kembangkan.

Dari penelitian ini jika untuk di kembangkan adalah:

1. Pengembangan perhitungan numerik yang membuat nilai kekentalan pada visualisasi fluidanya kecil atau terlihat encer
2. Untuk mengurangi beban komputasi yang tinggi di perlukan komputer dengan performa bagus atau menggunakan teknik parrarel computing

Daftar Pustaka

- [1] nuraiman Dian , Viridi sparisoma , and Purqon Acep , "Visualisasi Gelombang Tsunami 2 Dimensi Menggunakan Metode Lattice Boltamann," in *Simposium Nasional Pembelajaran dan Sains 2014 (SNIPS 2014)*, bandung, 2014, p. 150.
- [2] Salomons M. Erik , Lohman J. A. Walter , and Zhou Han , "Simulation of Sound Waves Using the Lattice Boltzmann Method for Fluid Flow: Benchmark Cases for Outdoor Sound Propagation," *PLoS ONE*, vol. 11, pp. 1-19, january 2016.
- [3] Hansen D. Charles and Johnson R. Chris , *The Visualization handbook*, HansenD. Charles and JohnsonR. Chris , Eds. USA: Elsevier Inc, 2005.
- [4] Weiskopf Daniel , *GPU-Based Interactive Visualization techniques*. canada: Springer, 2006.
- [5] Munoz James Andrew , "Three-Dimensional Tsunami Modeling Using Gpu-Sphysics," Texas A&M University, texas, Thesis 2010.
- [6] Pullan Graham. (2008, oktober) many-core.group. [Online]. <http://www.many-core.group.cam.ac.uk/projects/LBdemo.shtml>
- [7] Schreiber Martin , "GPU based simulation adn visulalization of fluids with free surfaces," german, 2010.
- [8] Thurey Nils , "Physically based Animation of Free Surface," Erlangen, Doktor-Ingenieur 2007.
- [9] Munson R. Bruce , Young F. Donald , and Okiishi H. Theodore , *Mekanika Fluida*, 4th ed., HardaniWibi H. , Ed. USA: Pernerbit Erlangga, 2004.
- [10] kanginan Marthen , "mekanika fluida," in] *SERIBUPENA FISIKA SMA KELAS XI JILID2*, Widijantoeko and andininur siti , Eds. malang: penerbit Erlangga, 2007, pp. 158-159.
- [11] Mohamad A. A. , *Lattice Boltzmann Method] Fundamentals and Engineering Applications with Computer Codes*. london: Springer-Verlag, 2011.
- [12] Shan X and Chen H , "Lattice Boltzmann model for] simulating flows with multiple phases and components.," *Physical Review E*, vol. 47, no. 3, pp. 815–1819., Maret 1993.
- [13] Zhang Huai et al., "Modeling and Visualization of] Tsunamis," *Pure appl. geophys.*, pp. 475-496, april 2008.
- [14] Janicke H. and Scheuermann G. , "Measuring] Complexity in Lagrangian and Eulerian Flow Descriptions," *COMPUTER GRAPHICS forum*, vol. 29, no. 6, pp. 1783-1794, 2010.