

SIMULASI ANALISIS VELOCITY ALIRAN FLUIDA PADA TANGKI REAKTOR NUKLIR MENGUNAKAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)

Simulation of Fluid Flow Velocity Analysis in a Nuclear Reactor Tank Using The Computational Fluid Dynamics (CFD) Method

Mifta Aroyyani^{*}, Agus Nuramal, Hendri Hestiawan

Program Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu
Jl. WR. Supratman, Kandang Limun, Kec. Muara Bangkahulu, Bengkulu

^{*}) E-mail : miftaaroxyani90@gmail.com

Abstract

Center for Applied Nuclear Science and Technology (Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan /PSTNT) is a work unit that is under and directly responsible to the Deputy for Nuclear Science and Applications of Nuclear Technology, National Nuclear Energy Agency. In PSTNT Bandung, the function of the tank is as a container to place the reactor components, the reactor shield for the heat exchanger and as a place for nuclear reactions to take place. In nuclear reactor tank flow distribution occurs in various velocity. The purpose of this practical work is to analyze the velocity of fluid flow in the reactor tank from the inlet flow to the bottom surface of the reactor and from the bottom surface to the top surface of the TRIGA 2000 reactor. The method used in this practical work is the Computational Fluid Dynamics (CFD) Velocity method. CFD is a method for simulating fluid flow. The method is processed numerically and then digitally modeled. In practice, the authors modeled and studied the conceptual design of the reactor system using CFD based on Gambit and Fluent applications in a reactor tank. GAMBIT is an application produced by fluent inc. which is useful for making a model and discrete (meshing) to be analyzed by numerical methods. Fluent is an application that can solve fluid flow cases with the results obtained after discretizing the GAMBIT application. The results by CFD shows the distribution of fluid flow from the inlet pipe to the bottom surface of the reactor tank then the flow rises to the top surface to the outlet pipe. The velocity of the fluid flow from the inlet flow to the bottom surface was getting smaller, and the smallest value was at the bottom of the nuclear reactor, by 0.164 m/s and the flow distribution from the bottom surface to the top surface of the velocity value in a nuclear reactor would be bigger by the largest value being on the top surface of the nuclear reactor is 2.9 m/s.

Keywords: velocity, Computational Fluid Dynamics (CFD), nuclear reactor.

1. PENDAHULUAN

Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan (PSTNT) adalah satuan kerja yang berada di bawah dan bertanggung jawab langsung kepada Deputi bidang Sains dan Aplikasi Teknologi Nuklir, Badan Tenaga Nuklir Nasional. Penelitian, pengembangan dan pemanfaatan sains dan teknologi nuklir terapan yang dilaksanakan oleh PSTNT diarahkan untuk dapat berkontribusi dalam meningkatkan kontribusi iptek nuklir, serta meningkatkan ketersediaan sumber daya iptek nuklir yang berkualitas, baik SDM, maupun sarana dan prasarana. Pada tahun 1965 PSTNT Bandung diresmikan dengan daya 250 kW dan 1971 dilakukan modifikasi peningkatan daya dari 250 kW menjadi 1 MW dan pada tahun 1996 sampai tahun 2000 dilakukan modifikasi peningkatan daya kembali dari 1000 kW menjadi 2 MW. Energi yang dihasilkan dari reaksi fisi nuklir terkendali di dalam reaktor nuklir dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan listrik. Instalasi pembangkitan energi listrik semacam ini dikenal sebagai pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) [1].

Pada PSTNT Bandung, fungsi dari tangki adalah sebagai wadah untuk menempatkan komponen-komponen reaktor seperti Bahan bakar nuklir, Bahan moderator, Pendingin reaktor, Perangkat batang kendali, Perangkat detektor Reflektor, Perangkat bejana, perisai reaktor Perangkat penukar panas dan sebagai tempat berlangsungnya reaksi nuklir. Perpindahan panas adalah sebuah disiplin ilmu termal yang berkenaan tentang adanya perpindahan panas antara material atau benda karena adanya perbedaan suhu jenis perpindahan suhu ada tiga yaitu konduksi konveksi dan radiasi Dalam tangki reaktor nuklir terjadi suatu siklus perpindahan panas konveksi [2]. Perpindahan panas yang terjadi dalam tangki reaktor nuklir dapat dipelajari dan dianalisis dengan menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) berbasis aplikasi *Geometry And Mesh Building Intelligent Toolkit* (GAMBIT) dan fluent. Gambit merupakan aplikasi yang diproduksi oleh fluent inc. yang berguna untuk membuat suatu model dan melakukan diskritisasi (*meshing*) untuk dianalisis dengan metode numerik. Sedangkan fluent merupakan aplikasi yang dapat menyelesaikan kasus aliran fluida dengan hasil yang telah didapatkan setelah melakukan diskritisasi pada aplikasi Gambit [3].

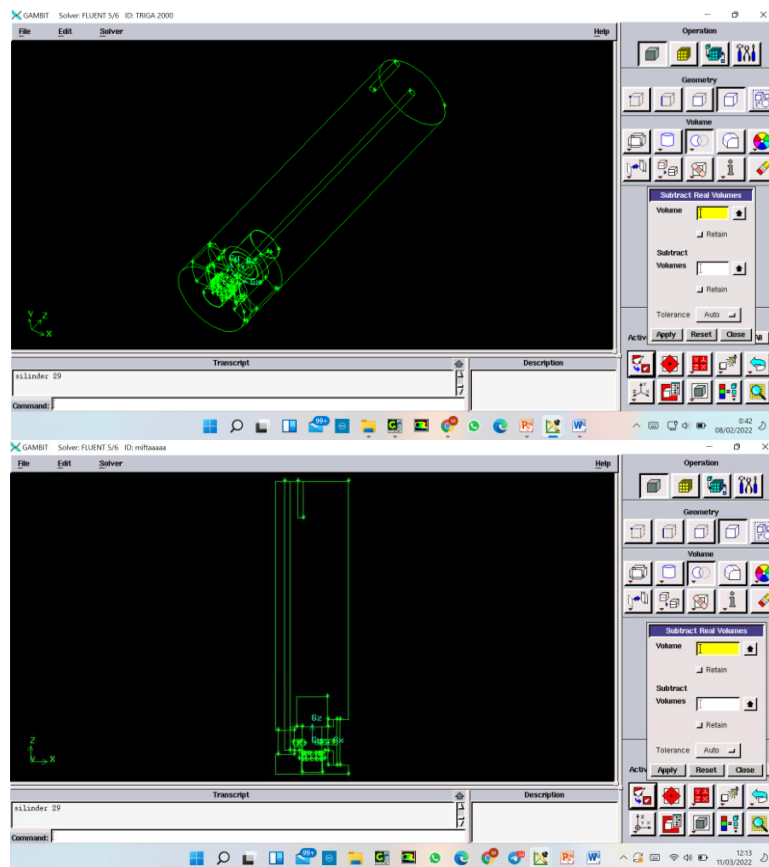
Untuk mengetahui nilai *velocity* aliran fluida dan laju perubahan posisi aliran fluida dalam tangki reaktor nuklir, maka sebelumnya dibuatlah suatu pemodelan aliran fluida dalam tangki reaktor dan suatu analisis dengan menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) berbasis aplikasi Gambit dan fluent

2. METODE PENELITIAN

Objek yang diamati yaitu fluida pada tangki reaktor nuklir TRIGA 2000 yang ada di PSTNT- BATAN Bandung. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) berbasis aplikasi *Geometry And Mesh Building Intelligent Toolkit* (GAMBIT) dan fluent Aliran fluida yang terjadi dapat dipelajari dan dianalisis dengan menggunakan CFD berbasis aplikasi Gambit dan Fluent. Metode tersebut diproses secara numerik kemudian dimodelkan secara digital.

a. Pembuatan model

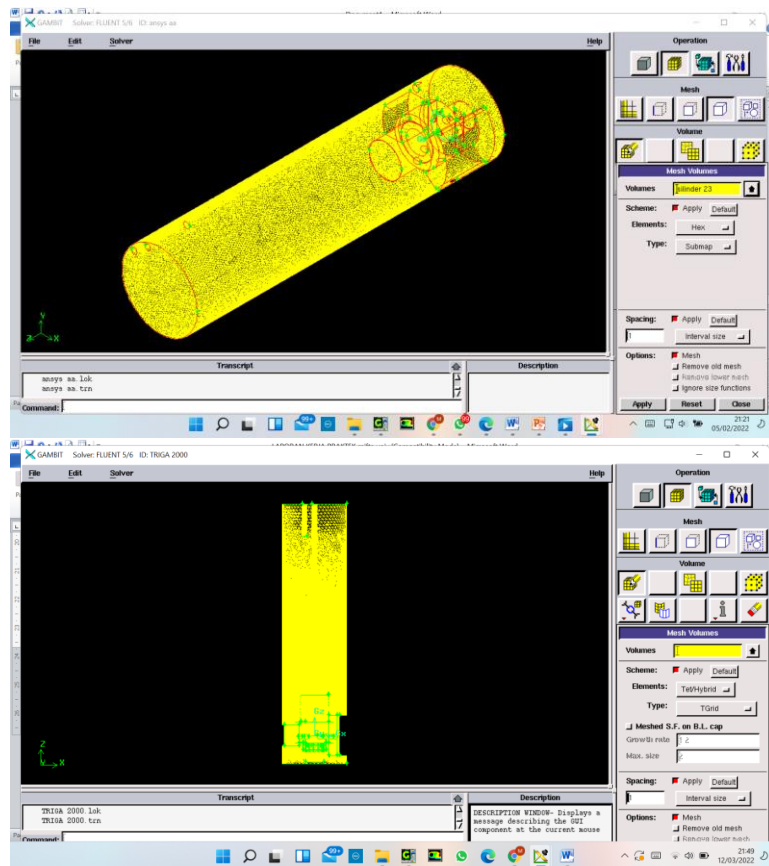
Pembuatan model tangki reactor nuklir dalam simulasi ini mengacu pada kepada bentuk dan dimensi tangki yang sebenarnya. Pembuatan model CAD dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Geometry And Mesh Building Intelligent Toolkit* (GAMBIT).



Gambar 1. Model tangki reactor nuklir

b. Meshing

Unit-unit volume pada simulasi ANSYS diinterpretasikan dengan pembentukan mesh atau grid. Ukuran mesh yang diterapkan pada model akan mempengaruhi ketelitian analisis CFD. Semakin kecil ukuran mesh pada model, maka hasil yang didapatkan akan semakin teliti, tetapi membutuhkan daya komputasi dan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan mesh yang memiliki ukuran besar. Oleh karena itu, besar ukuran mesh harus diatur sedemikian rupa (*smooth meshing*) sehingga diperoleh hasil yang teliti dan diusahakan daya komputasi yang dibutuhkan tidak terlalu besar [4].



Gambar 2. Model tangki reaktor nuklir yang telah dimesh

c. Pengaturan simulasi

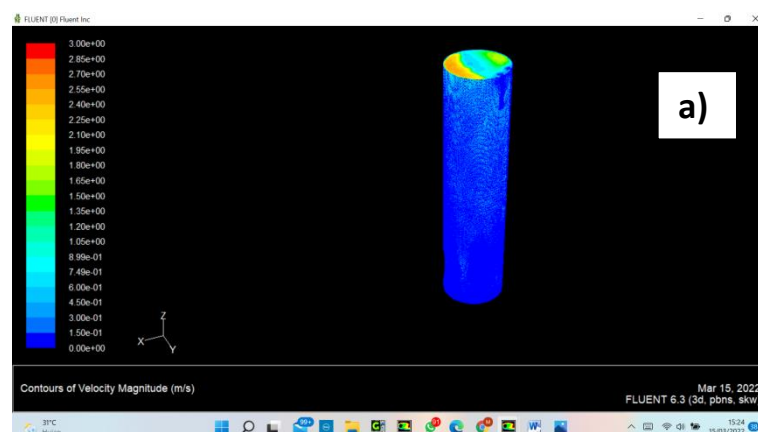
Pengaturan simulasi yang dimaksud adalah menentukan beberapa aspek yang diperlukan dalam simulasi seperti Temperatur Fluida, Jenis Fluida, Konduktivitas Termal, Viskositas dan densitas sesuai dengan asumsi yang dilakukan. Table 1 menunjukkan pengaturan simulasi yang dilakukan.

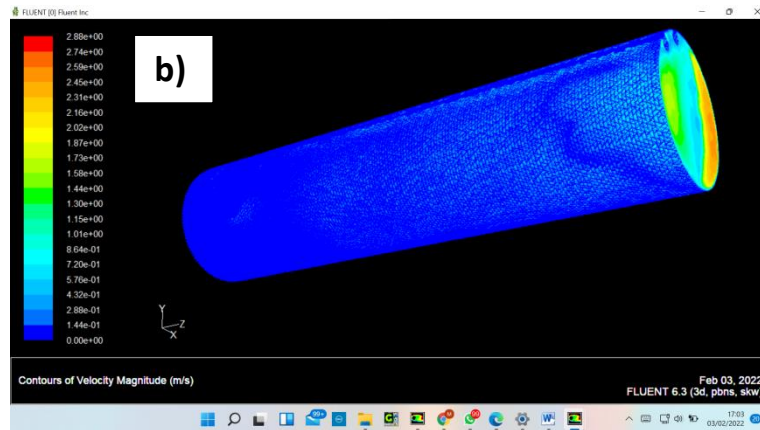
Tabel 1. pengaturan simulasi

NO	parameter	Keterangan
1	Temperatur Fluida	25° C
2	Fluida	Air aquabides
3	Konduktivitas Termal	0,604 w/mk
4	viskositas	0,893 kg/ms
5	densitas	1000 kg/m ³

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kontur

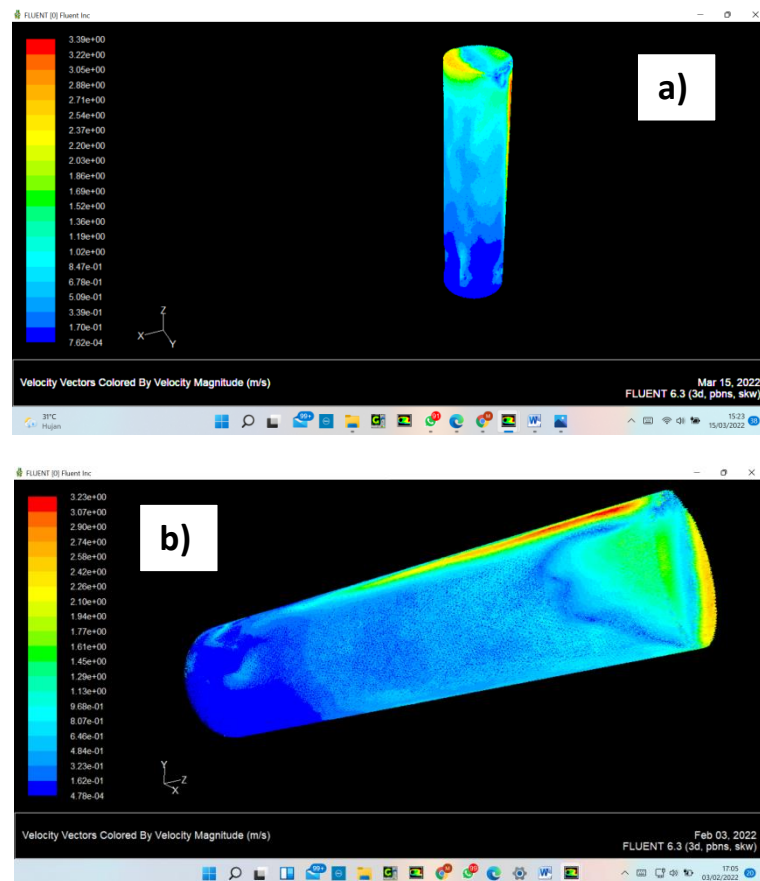




Gambar 3. Hasil kontur

Keterangan: a = tampak depan
b = tampak samping

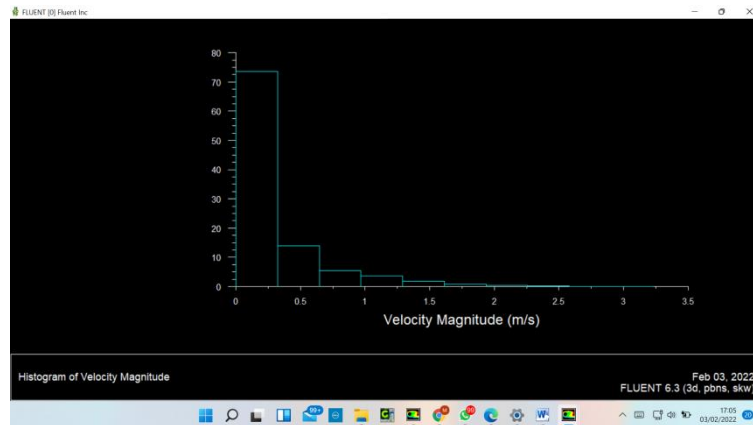
4.2 Vektor



Gambar 4. Hasil vector

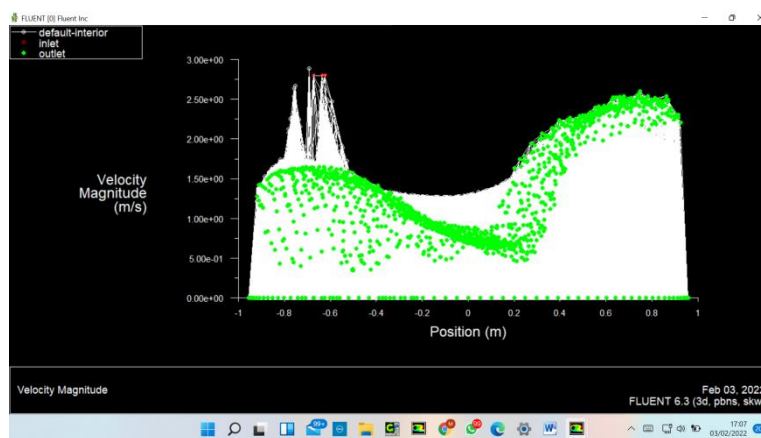
Keterangan: a = tampak depan
b = tampak samping

4.3 Histogram



Gambar 5. Hasil histogram

4.4 XY plot



Gambar 6. Hasil xy plot

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan kontur yang dihasilkan pada reaktor nuklir pada bagian bawah berwarna biru pekat dengan *velocity* 0,144 m/s sedangkan dibagian 1/3 atas memiliki warna biru pekat dengan campuran biru muda dengan nilai *velocity* antara 0,144 m/s sampai 0,576 m/s dan pada bagian permukaan atas terlihat warna pelangi seperti kuning, hijau, biru oren dan lain-lain dengan nilai *velocity* antara 0,432 m/s sampai 2,74 m/s. Pada hasil simulasi berupa vektor dihasilkan warna biru tua yang lebih dominan dengan *velocity* 0,164 m/s dan dibagian tengah reaktor nuklir berwarna biru tua dengan warna biru muda yang dominan dan sedikit warna hijau dan kuning pada bagian pompa primer dengan *velocity* aliran fluida sebesar 0,848 m/s sampai 1,94 m/s, sedangkan pada bagian permukaan atas terlihat warna pelangi seperti kuning, hijau, biru orange dan lain-lain dengan nilai *velocity* antara 0,162 m/s sampai 2,9 m/s. pada hasil simulasi berupa histogram, terlihat bahwa pada posisi dasar 0 m sampai posisi permukaan 7,30 m nilai *velocity*nya 0,25 m/s, dan pada posisi 1,3 m dari permukaan atas *velocity* aliran fluida adalah sebesar 0,75 m/s. pada posisi 0,75 m dari permukaan atas nilai *velocity* aliran fluidanya sebesar 0,9 m/s. dan pada posisi 0,5 m dari permukaan atas *velocity* fluidanya adalah sebesar 1,27 m/s. serta pada posisi 0,25 m dari permukaan atas, *velocity* aliran fluida adalah sebesar 1,6 m/s dan pada bagian yang mendekati permukaan paling atas *velocity* fluidanya adalah sebesar 2,5 m/s. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, aliran fluida yang memiliki *velocity* yang kecil berada pada bagian dasar reaktor nuklir dan kecepatan aliran fluida yang terbesar berada pada permukaan atas reaktor nuklir. Peningkatan kecepatan aliran fluida pada reaktor nuklir terjadi dari dasar permukaan hingga ke atas permukaan reaktor nuklir.

4. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi program *Computational fluid dynamics* (CFD) adalah *velocity* aliran fluida dari aliran inlet menuju permukaan dasar semakin kecil dengan nilai terkecil berada pada bagian dasar reaktor nuklir yaitu 0,164 m/s dan Distribusi aliran dari permukaan dasar menuju permukaan atas nilai *velocity*nya dalam reaktor nuklir akan semakin besar dengan nilai terbesar berada pada permukaan atas reaktor nuklir yaitu 2,9 m/s.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hastuti, E. 2011. Analisis Sensitivitas Turbulensi Aliran Pada Kanal Bahan Bakar PWR Berbasis CFD. *Jurnal Teknik Reaktor Nuklir* : 13 (2) : 96–110.
- [2] Yudhatama, I.W., Hidayat, M.I.P., Jatimurti, W. 2018. Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) Erosi Partikel Pasir Dalam Aliran Fluida Gas Turbulen Pada Elbow Pipa Vertikal – Horizontal. *Jurnal Teknik ITS* : 7 (2) : 134–139.
- [3] Syarip, T.N.H. 2017. Analisis Termohidrolik Fasilitas Eksperimen SAMOP (Reaktor Subkritik Produksi Isotop 99 Mo. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir* : 19 (1) : 25–31.
- [4] Waluyo, A., Tandian, N.P., Umar, E. 2009. Studi Perpindahan Panas Konveksi pada Susunan Silinder Vertikal dalam Reaktor Nuklir atau Penukar Panas Menggunakan Program CFD. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR, Bandung*. 90-95.