

SIMULASI ALIRAN PADA SILINDER SIRKULAR DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE SOLIDWORKS*

Yohandriono Prasetya Wahono Putro

S1Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: Yohanprasetya29@gmail.com

A Grummy Wailanduw

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: grummywailanduw@yahoo.co.id

Abstrak

Fenomena aliran fluida melalui suatu bodi adalah hal yang sering dijumpai. Setiap bentuk bodi memiliki karakteristik aliran fluida yang berbeda. Para peneliti belum memberikan solusi untuk menganalisa fenomena aliran, sehinggadilakukan berbagai metode pengujian. Metode yang sering digunakan adalah pengujian melalui eksperimen. Hambatan pengujian eksperimen adalah waktu yang lama dan biaya yang besar sehinggadiperlukan suatu pengujian yang lebih efisien dalam waktu dan biaya. Pengujian dengan simulasi memanfaatkan perhitungan komputasi menggunakan software komputer. Banyak software untuk melakukan simulasi seperti FLUENT dan SOLIDWORKS. Jenis penelitian ini adalah simulasi dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan dan perbedaan penggunaan software SOLIDWORKS dengan FLUENT. Pengujian dilakukan menggunakan metode simulasi (CFD) dengan program SOLIDWORKS. Objek penelitian adalah silinder sirkular. Proses pengujian dilakukan dengan variasi Re yang digunakan adalah 1×10^3 , dan 1×10^6 . Data hasil yang dianalisa adalah distribusi tekanan (C_p), kontur *velocity*, kontur tekanan, *vector line* dan *streamline*. Proses pengujian diawali dengan persiapan simulasi (*pre processor*) pembuatan geometri benda (objek), jika geometri selesai dibuat maka dilakukan proses *input* data parameter yang akan digunakan dalam proses simulasi. Parameter yang dimasukkan adalah pengaturan satuan unit, jenis aliran yang dipakai (eksternal fluid), data kecepatan dan pengaturan *meshing*. Pada persiapan proses *solver* dilakukan pengaturan domain objek berupa 2D atau 3D, memilih *goal* atau data yang ingin dicapai, melakukan proses *run*. Dari hasil *run*, keluar data berupa tabel angka dan visualisasi aliran, kemudian data dianalisa. Dari hasil simulasi didapatkan bahwa grafik *pressure coefficient* memiliki tren yang cenderung sama, hal ini membuktikan bahwa data hasil simulasi dengan software SOLIDWORKS sama dengan software FLUENT. Silinder sirkular mengalami penurunan tekanan pada sudut $\pm 2^0 - 70^0$, hal ini menunjukkan kecepatan meningkat secara signifikan, tetapi ketika sudut $\pm 70^0 - 100^0$, terjadi kenaikan tekanan karena kecepatan mulai mengalami penurunan.

Kata kunci: Simulasi Aliran, Silinder Sirkular, SOLIDWORKS

Abstract

The phenomenon of fluid flow through a body is a common thing. Each body shape has a different fluid flow characteristics. Researchers have not been able to provide solutions for analyzing flow phenomena, so do a variety of testing methods. The method often used is testing through experimentation. Barriers to testing experiment is a long time and huge costs so we need a more efficient testing time and costs. Testing by simulation utilizing computational calculations using computer software. Many software to perform simulations such as FLUENT and SOLIDWORKS. This type of research is simulated with the aim to determine the ratio and the different uses SOLIDWORKS with FLUENT software. Testing is done using simulation methods (CFD) with SOLIDWORKS program. The object of research is a circular cylinder. The testing process is done with the variation of Re used is 1×10^3 and 1×10^6 . Data were analyzed result is pressure distribution (C_p), the contour *velocity*, pressure contours, *vector line* and *streamlined*. The testing process begins with the preparation of the simulation (*pre-processor*) of making the geometry of the object (object), if the geometry is finished then performed the data *input* process parameters to be used in the simulation process. The parameters included are setting unit, the type of flow is used (external fluid), *meshing* speed data and settings. In the preparation process is done setting domain *solver* object in the form of a 2D or 3D, choose a *goal* or data that is to be achieved, the process *run*. From the results of *the run*, out of data in the form of numeric tables and visualization of flow, then the data is analyzed. From the simulation results showed that the graph of *pressure coefficient* has tended same trend, it is proved that the simulation result data with software SOLIDWORKS together with FLUENT software. Circular cylinder pressure decreased at an angle of $\pm 2^0 - 70^0$, it indicates the speed increased significantly, but when the angle of $\pm 70^0 - 100^0$, an increase in pressure due to the speed began to decline.

Keywords: Flow Simulation, Circular Cylinder, SOLIDWORKS

PENDAHULUAN

Fenomena aliran fluida melalui suatu bodi merupakan fenomena yang sering kita temui dalam kehidupan. Bentuk bodi yang berbeda akan menghasilkan karakteristik aliran fluida yang berbeda dan sangat berpengaruh terhadap fungsi dari bentuk bodi tersebut. Penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan desain aerodinamika yang optimal. Namun, sampai saat ini para peneliti belum menemukan solusi yang tepat untuk meneliti dan menganalisis struktur aliran.

Joseph Katz (2006) menjelaskan metode pengambilan data dibedakan menjadi 3, yaitu pengujian dengan *wind tunnel*, simulasi, dan tes jalan. Sedangkan, Patankar (1980) mengklasifikasi metode analisis dan prediksi menjadi 2 yaitu eksperimen dan perhitungan teoritis. Patankar menjelaskan bahwa teori perhitungan memiliki kelebihan diantaranya biaya yang rendah, kecepatan dalam proses pengambilan data, informasi yang cukup lengkap, dan kemampuan untuk mensimulasikan percobaan sesuai dengan kondisi yang diharapkan. Sedangkan kekurangan dari teori perhitungan yaitu apabila perhitungan atau prediksi memiliki tujuan yang terbatas (seperti penurunan tekanan pada suatu alat yang rumit), maka untuk masalah yang sulit melibatkan perhitungan yang rumit maka cukup sulit mendapatkan hasil yang pasti. Karena perhitungan matematika terkadang mampu menyelesaikan masalah lebih dari satu solusi dan tidak mudah menentukan solusi yang dihitung sesuai dengan keadaan realitas. Jadi, upaya prediksi dan perhitungan maksimal dapat dilakukan dengan melakukan proses pengujian dan komputasi tergantung dari masalah dan tujuan yang diharapkan serta kendala ekonomi dan lainnya situasi.

Menurut Firman Tuakia (2008: 2) CFD adalah ilmu yang mempelajari cara memprediksi aliran fluida, perpindahan panas, reaksi kimia, dan fenomena lainnya dengan menyelesaikan persamaan matematika (model matematika). Menurut Bambang Triatmodjo (2002: 1) metode numerik adalah teknik untuk menyelesaikan permasalahan – permasalahan yang diformulasikan secara matematis dengan cara operasi hitungan (*arithmetic*).

Simulasi CFD digunakan karena 3 alasan, yaitu; *Insight*, adanya pemahaman secara mendalam dikarenakan setiap orang bisa melihat dan mengetahui bentuk aliran serta proses dalam suatu prototipe yang diinginkan sedang terjadi; *Foresight*, Simulasi dengan CFD dapat memprediksi apa yang akan terjadi pada prototipe atau sistem yang di desain dengan berbagai parameter dan kondisi batas, serta dengan cepat mengetahui hasilnya bila mengubah-ubah kondisi batas dan parameter tersebut; *Efficiency*, waktu dan biaya yang

digunakan menjadi lebih efisien karena kemudahan dalam penentuan kondisi batas dan parameter serta hasil data yang dapat diambil menjadi lebih cepat. Freitas (1999) menyatakan simulasi CFD memberikan solusi dengan kesalahan atau ketidakpastian dalam hasil. Ketidakakuratan yang terjadi adalah fakta bahwa simulasi hanya mampu mendekati sistem kontinu dengan panjang dan pendekatan yang terbatas. Diperlukan pengembangan metode untuk menentukan besarnya kesalahan dalam simulasi.

Pietro Catalano dkk (2002) melakukan simulasi numerik pada silinder sirkular dengan *Reynolds* yang tinggi. Pengujian simulasi dilakukan dengan FLUENT dan parameter inputnya menggunakan pemodelan turbulensi *large eddy simulation*, mampu menunjukkan hasil pengurangan drag dan prediksi pemisahan lapisan batas.

Yogini Patel (2010) melakukan simulasi terhadap aliran yang melewati silinder sirkular dengan FLUENT serta pemilihan berbagai model turbulensi, dan menyatakan bahwa model turbulensi *large eddy* cukup sesuai dengan data eksperimen yang telah dilakukan terhadap silinder sirkular dengan $Re = 10^3$.

Toukir Islam (2013) melakukan simulasi dan eksperimen pada aliran udara melewati silinder sirkular pada *Reynolds* 10^5 . Dengan menggunakan software SOLIDWORKS, perhitungan numerik 2D dan 3D dengan metode *finite volume* menyatakan bahwa perhitungan 2D sangat penting untuk melihat fenomena krisis pada *drag* dan pergeseran lapisan yang tidak stabil. Namun, perhitungan 3D mampu memberikan gambaran visualisasi yang lebih jelas tentang fenomena aliran.

Persamaan yang menggambarkan aliran fluida dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

Persamaan 1 adalah persamaan kontinuitas (konservasi massa) untuk simulasi 2D sedangkan persamaan 3 dan 4 adalah persamaan momentum (Navier-Stokes) untuk simulasi 2D dinyatakan dalam koordinat *Cartesian*.

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) = \rho g_x - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \quad (2)$$

$$\rho \left(\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right) = \rho g_y - \frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) \quad (3)$$

Secara umum, strategi CFD adalah untuk menggantikan domain masalah terus menerus dengan domain diskrit menggunakan "kotak" atau "*mesh*."

Dari latar belakang masalah diatas, peneliti tertarik untuk melakukan simulasi aliran pada kasus silinder sirkular dengan menggunakan software SOLIDWORKS

yang bertujuan membandingkan hasilnya dan melihat perbedaan antara program FLUENT dan SOLIDWORKS.

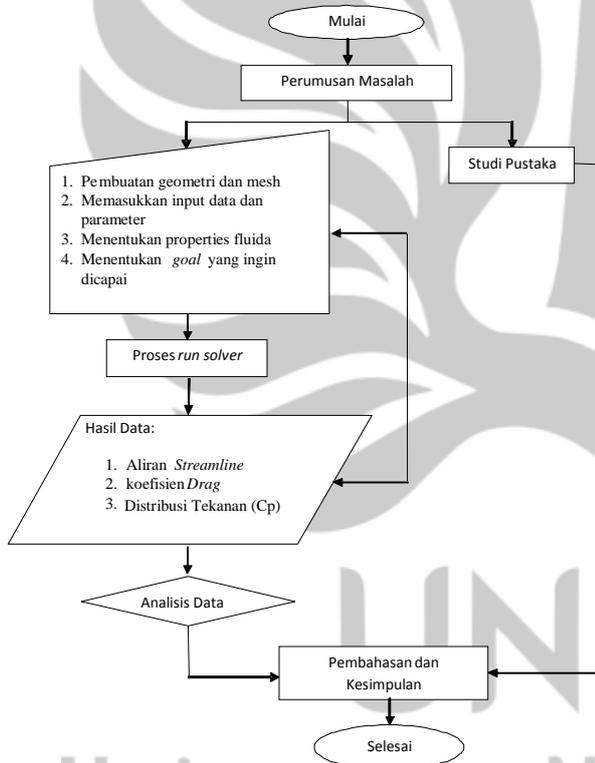
Dari penelitian di atas diharapkan SOLIDWORKS dapat digunakan sebagai salah satu media untuk melakukan simulasi aliran fluida sehingga dapat digunakan untuk menganalisis dan meneliti karakteristik aliran pada suatu kontur bodi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan besar distribusi tekanan (*pressure coefficient*), visualisasi aliran fluida serta besar koefisien drag pada fluida dalam kasus silinder sirkular.

Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberi wawasan kepada pembaca bahwa software SOLIDWORKS dapat digunakan sebagai media simulasi sebelum melakukan eksperimen untuk mengetahui karakteristik suatu aliran fluida yang melewati kontur dalam kasus ini adalah silinder sirkular.

METODE

Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan simulasi (*flow simulation*) pada aliran fluida yang melewati silinder sirkular.

Tempat Penelitian

Penelitian eksperimen ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Aerodinamika Jurusan Teknik Mesin FT Unesa.

Variabel Penelitian

- Variabel bebas yang digunakan adalah variasi Reynolds number 1×10^3 ; 1×10^6 .
- Variabel terikat pada penelitian ini adalah distribusi tekanan (C_p) pada permukaan silinder sirkular, visualisasi aliran dan koefisien drag.
- Variabel kontrol dalam penelitian ini antara lain: instrumen yang digunakan adalah software SOLIDWORKS dan diameter silinder yang digunakan adalah 100 mm

Teknik Pengumpulan Data

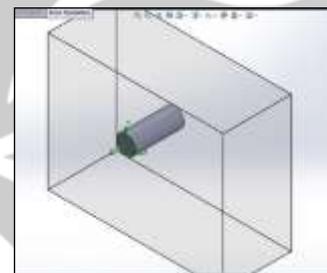
Preprocessing

Pre processing merupakan langkah pertama dalam membangun dan menganalisa sebuah model komputasi (CFD).

- Geometri Silinder sirkular
Pembuatan geometri ini menggunakan software SOLIDWORKS.

Tabel 1. Geometri Silinder Sirkular

Parameter	Dimensi
Diameter Silinder	100 mm



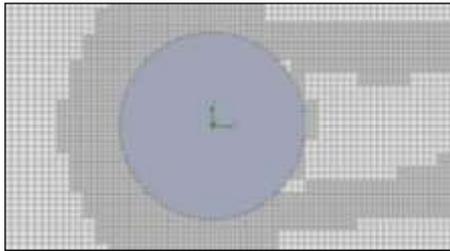
Gambar 2. Geometri dan Computational Domain Silinder Sirkular

- Tahapan Simulasi
Setelah pemodelan secara geometri, selanjutnya adalah pemodelan kondisi fisik yang mewakili kondisi nyata atau kondisi kerja yang diinginkan. Jenis aliran adalah eksternal flow dimana fluida bekerja di luar ruangan atau sekitar area silinder sirkular dan akan dicari koefisien pressure (C_p).

• Meshing

Bidang atau volume yang diisi oleh fluida dibagi menjadi sel-sel kecil (*meshing*) sehingga kondisi batas dan beberapa parameter yang diperlukan dapat diaplikasikan ke dalam elemen-elemen kecil tersebut. Mesh yang digunakan adalah level 8, semakin rapat selnya maka semakin akurat perhitungan yang

didapat, namun akan menambah waktu penyelesaian simulasi.



Gambar 3. Meshing pada Silinder Sirkular

• **Initial Condition**

- Model

Model yang digunakan adalah model turbulen $k-\epsilon$. Pemodelan dengan sistem ini memberikan keuntungan efisiensi sumber daya komputer, kestabilan perhitungan dan akurasi solusi yang dihasilkan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang akurat pada kontur, baik tekanan maupun kecepatan.

- *Thermodynamics parameters*

Pada pemodelan ini dipilih udara sebagai fluida kerja dengan densitas (ρ) : 1,225 kg/m³ dan viskositas (μ) : 1,778 x 10⁻⁵kg/m.s. Static pressure : 101325 Pa dan Temperatur : 298,15 K

- *Velocity Parameters*

Kecepatan ke arah sumbu x sebesar 0,145142857 m/s ($Re = 1 \times 10^3$) dan 145,142857143 m/s ($Re = 1 \times 10^6$).

Solver

Dengan bantuan software SOLIDWORKS FLOW SIMULATION, kondisi-kondisi yang telah ditetapkan pada saat *pre processing* akan dihitung (diiterasi). Dilakukan pendekatan variabel yang diketahui menjadi fungsi yang sederhana, diskritisasi dengan substitusi pendekatan ke dalam persamaan yang mengatur aliran.

Post processing

Post processing merupakan penampilan hasil serta analisa terhadap hasil yang telah diperoleh berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Data kuantitatif berupa distribusi koefisien tekanan, koefisien *drag* dan *lift*. Sedangkan data kualitatif berupa visualisasi aliran dengan menampilkan *mesh*, *Flow Trajectories*, *Contour Velocity*, *Contour Pressure*, *Vector velocity*.

Tahapan Penganalisaan

Beberapa tahapan penganalisaan yang diperlukan untuk mengetahui karakteristik aliran 2D dan 3D di sekitar silinder sirkular. Hasil komputasi numerik akan

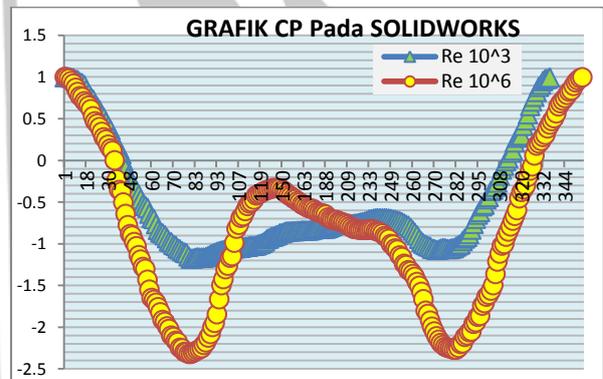
divisualisasikan dan didokumentasikan untuk melakukan analisis lebih lanjut atau analisa lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Simulasi dengan Software SOLIDWORKS

Hasil simulasi akan keluar setelah proses *solver* selesai. Selanjutnya data dianalisa dengan Office Excel untuk melihat nilai *Pressure Coefficient (CP)* dan *Grafik Cp*. Berikut adalah hasil data simulasi dan analisa data:

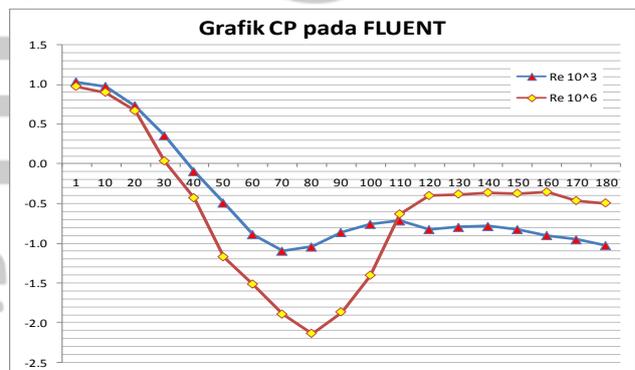
Hasil Simulasi pada Silinder Sirkular dengan Software SOLIDWORKS



Gambar 4. Grafik *Pressure Coefficient* pada Silinder Sirkular dengan Software SOLIDWORKS

Didapatkan hasil CP berupa grafik pada simulasi aliran melewati silinder sirkular dengan software SOLIDWORKS. Terlihat perbedaan hasil grafik antara $Re = 10^3$ dan $Re = 10^6$. Diketahui bahwa ketika Re semakin tinggi (10^6) maka tekanan semakin turun dikarenakan kecepatan yang berbeda sehingga titik separasi pun berbeda, pada $Re = 10^6$ titik separasi semakin mundur ke belakang.

Hasil Simulasi pada Silinder Sirkular dengan Software FLUENT



Gambar 5. Grafik *Pressure Coefficient* pada Silinder Sirkular dengan Software FLUENT

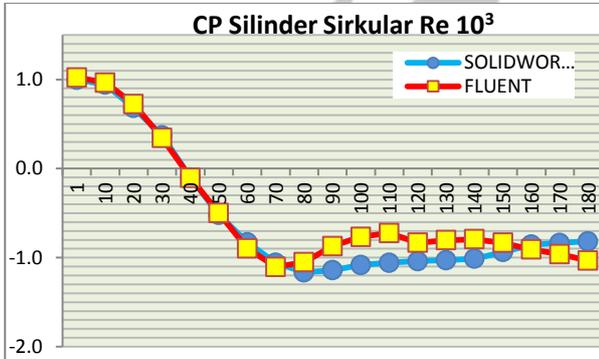
Didapatkan hasil CP berupa grafik pada simulasi aliran melewati silinder sirkular dengan software FLUENT. Terlihat perbedaan hasil grafik antara $Re = 10^3$

dan $Re = 10^6$. Diketahui bahwa ketika Re semakin tinggi (10^6) maka aliran pun lebih turbulen, tekanan semakin turun dikarenakan kecepatan yang berbeda sehingga titik separasi pun berbeda, pada $Re = 10^6$ titik separasi semakin mundur ke belakang.

Hasil Simulasi pada Silinder Sirkular dengan $Re 10^3$

Dari data di atas maka dapat diketahui hasil dari CP FLUENT dan SOLIDWORKS adalah sebagai berikut:

- Distribusi Tekanan (*Pressure Coefficient*) pada $Re = 10^3$



Gambar 6. Grafik *Pressure Coefficient* pada Silinder Sirkular dengan $Re = 10^3$

Pada grafik diatas terlihat bahwa nilai dan *trendline* data CP dengan software FLUENT dan SLIDWORKS tidak jauh berbeda dan cenderung sama. Hal ini membuktikan bahwa pada $Re = 10^3$ hasil data yang didapat hampir sama dan tingkat keakuratan software juga hanya terpaut sedikit.

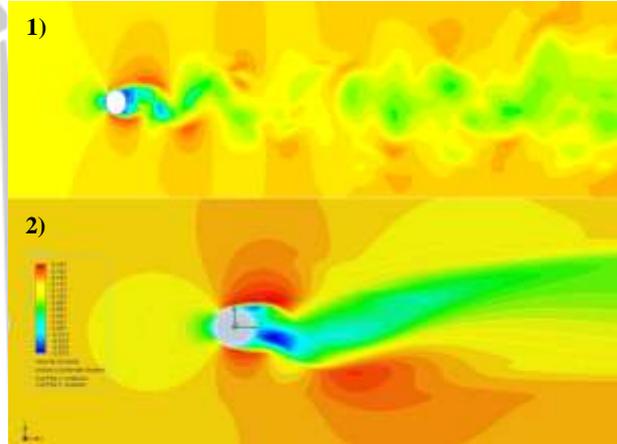
Apabila dilihat dari nilai hasil, maka grafik tersebut menunjukkan pada sudut $\theta \pm 10^0 - 70^0$ terjadi penurunan tekanan, yang berarti terjadi peningkatan pada kecepatan. Namun ketika sudut $\theta \pm 70^0 - 100^0$ terjadi kenaikan tekanan yang berarti kecepatan mulai menurun pada sudut tersebut. Hal ini sesuai dengan teori dimana pada titik awal sudut θ , nilai tekanan sama dengan 1 atau terjadi tekanan *stagnasi* ketika fluida mengenai titik awal silinder sirkular atau sudut $\pm 0^0 - 2^0$. grafik dengan software FLUENT pun menunjukkan pola yang sama dimana ketika fluida mengenai sudut θ titik awal terjadi tekanan stagnasi sedangkan pada sudut θ antara $10^0 - 70^0$ terjadi penurunan tekanan dan hal ini berbanding terbalik dengan kecepatan yang semakin meningkat.

Dari hasil analisa diatas dapat disimpulkan ketika sudut θ dari fluida pada titik awal maka bagian depan silinder atau sudut antara $0^0 - 1^0$ mengalami tekanan terbesar atau tekanan *stagnasi*., selanjutnya perlahan terjadi penurunan tekanan hingga sudut $\pm 70^0$ dan berangsur – angsur naik kembali. Hal tersebut berbanding terbalik dengan kecepatan yang mulai meningkat hingga sudut $\pm 70^0$ dan perlahan menurun kembali.

Tabel 2. Perbandingan Simulasi pada $Re = 10^3$

Re 10 ³			
Peneliti	Software	Hasil	
		Cp (b)	Cd (p)
Yogini Patel	FLUENT	-1.0	1.10
Yohandriyono PWP	SOLIDWORKS	-0.8	1.14

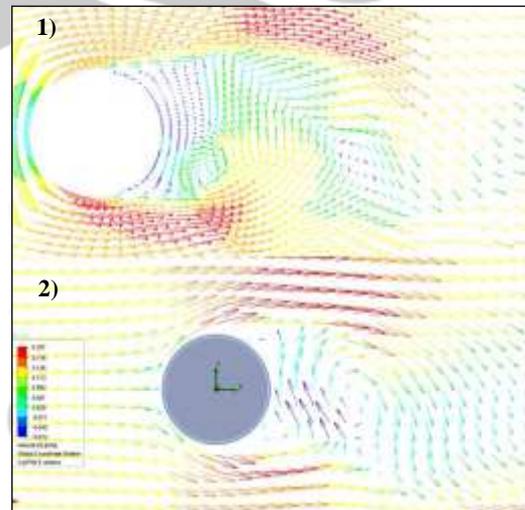
- Hasil Simulasi *Contour Velocity* pada $Re = 10^3$



Gambar 7. *Contour Velocity* 1) FLUENT dan 2) SOLIDWORKS pada $Re = 10^3$

Gambar 7 menunjukkan bahwa kecepatan pada sisi depan silinder sirkular mengalami penurunan yang mengakibatkan tekanan menjadi besar (*drag pressure*). Namun setelah melewati bagian depan silinder sirkular, kecepatan mulai naik secara berkala dan menjadi sangat cepat pada bagian samping silinder sirkular.

- Hasil Simulasi *Vector Velocity* pada $Re = 10^3$

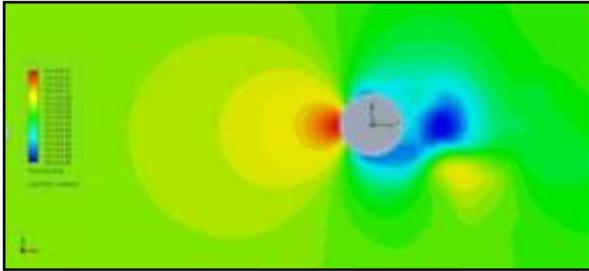


Gambar 8. *Vector Velocity* 1) FLUENT dan 2) SOLIDWORKS pada $Re = 10^3$

Gambar 8 membuktikan bahwa pada silinder sirkular terjadi aliran yang melewati silinder sirkular mengalami percepatan pada saat melewati sisi

samping silinder sirkular, berbanding terbalik dengan kenaikan kecepatan maka terjadi penurunan tekanan saat kecepatan mulai naik.

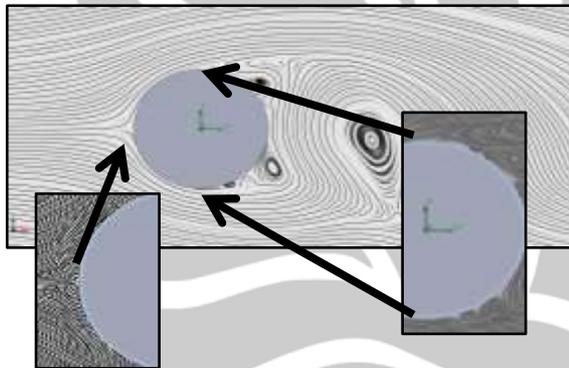
- Hasil Simulasi *Contour Pressure* $Re = 10^3$



Gambar 9. *Contour Pressure* pada $Re = 10^3$

Pada gambar 9 menunjukkan bahwa tekanan terbesar yang terjadi pada silinder sirkular terletak pada bagian depan silinder sirkular. Ketika tekanan menurun maka hal tersebut menunjukkan kecepatan pada bagian samping pun naik secara signifikan.

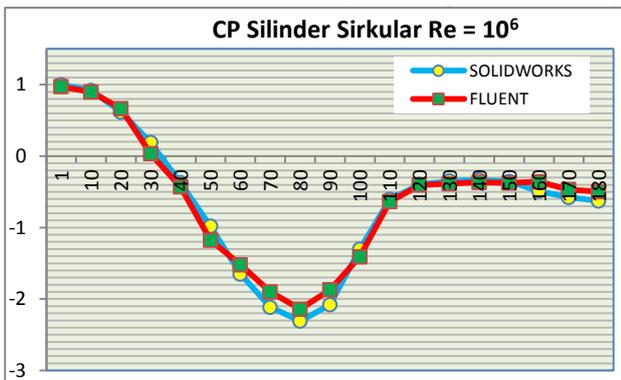
- Hasil Simulasi *Streamline* pada $Re = 10^3$



Gambar 10. Garis *Streamline* pada $Re = 10^3$

Hasil Simulasi pada Silinder Sirkular dengan $Re = 10^6$

- Distribusi Tekanan (*Pressure Coefficient*) pada $Re = 10^6$



Gambar 11. Grafik *Pressure Coefficient* pada Silinder Sirkular dengan $Re = 10^6$

Dari gambar 11 terlihat bahwa ketika sudut θ pada silinder sirkular mulai naik maka tekanan terlihat berkurang namun seiring dengan berkurangnya tekanan maka membuktikan bahwa kecepatan mulai naik lebih tinggi.

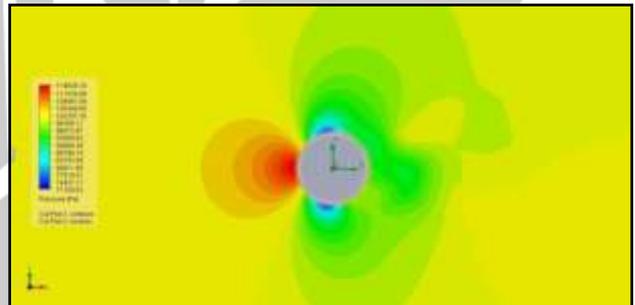
Hal ini sesuai dengan teori dimana pada titik awal atau bagian depan silinder hingga sudut $\theta \pm 80^\circ$ terjadi percepatan aliran yang mengakibatkan tekanan menjadi turun (negatif). Namun setelah titik $\pm 80^\circ - \pm 180^\circ$ terjadi penurunan kecepatan yang mengakibatkan tekanan menjadi naik (positif).

Berdasarkan tren grafik distribusi tekanan (CP) maka dapat dilihat antar software FLUENT dan SOLIDWORKS memiliki tren yang sama, membuktikan bahwa software SOLIDWORKS juga dapat dijadikan sebagai program pendukung untuk melakukan proses simulasi dan analisis simulasi.

Tabel 3. Perbandingan Simulasi pada $Re = 10^6$

Peneliti	Software	Hasil	
		Cp (b)	Cd (p)
Pietro Catalano	FLUENT	-0.5	0.33
Yohandriyono PWP	SOLIDWORKS	-0.6	0.41

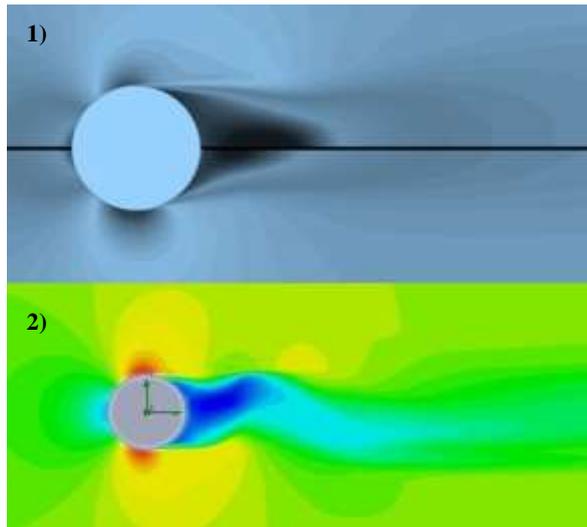
- Hasil Simulasi *Contour Pressure* $Re = 10^6$



Gambar 12. *Contour Pressure* pada $Re = 10^6$

Pada gambar 12 menunjukkan bahwa tekanan terbesar yang terjadi pada silinder sirkular terletak pada bagian depan silinder sirkular sedangkan tekanan mulai menurun ketika melewati sisi samping bodi silinder sirkular. Ketika tekanan menurun maka hal tersebut menunjukkan kecepatan pada bagian samping pun naik secara signifikan.

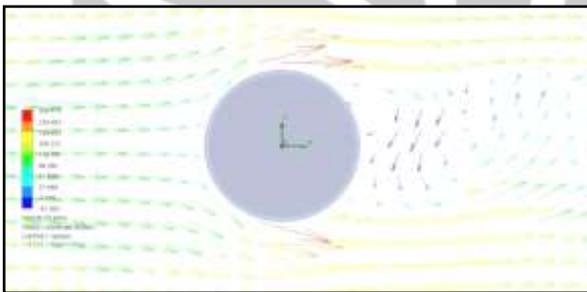
- Hasil Simulasi *Contour Velocity* pada $Re = 10^6$



Gambar 13. *Contour Velocity* 1) FLUENT dan 2) SOLIDWORKS pada $Re = 10^6$

Gambar 13 menunjukkan bahwa kecepatan pada sisi depan silinder sirkular mengalami penurunan yang mengakibatkan tekanan menjadi besar (*drag pressure*) pada $Re = 10^6$ aliran menjadi turbulen.

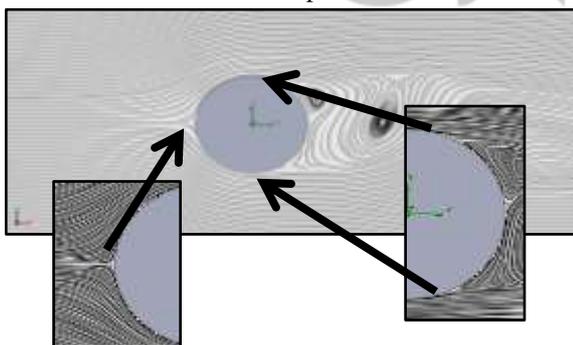
- Hasil Simulasi *Vector Velocity* pada $Re = 10^6$



Gambar 14. *Vector Velocity* pada $Re = 10^6$

Gambar 14 membuktikan bahwa pada silinder sirkular terjadi aliran yang melewati silinder sirkular mengalami percepatan pada saat melewati sisi samping dan berbanding terbalik dengan kenaikan kecepatan. maka terjadi penurunan tekanan saat kecepatan mulai naik.

- Hasil Simulasi *Streamline* pada $Re = 10^6$



Gambar 15. Garis *Streamline* pada $Re = 10^6$

PENUTUP

Simpulan

Dari analisa hasil simulasi yang telah dilakukan mengenai Simulasi Aliran pada Silinder Sirkular dengan Software SOLIDWORKS di Jurusan Teknik Mesin UNESA diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

- Berdasarkan hasil simulasi dan grafik distribusi tekanan (*Pressure Coefficient*), SOLIDWORKS memiliki hasil yang cenderung sama dengan FLUENT. Pada grafik $Re = 10^3$ dengan domain sesuai jurnal Yogini Patel dan $Re = 10^6$ sesuai domain pada jurnal Pietro Catalano menunjukkan tren line yang sama. Dari segi pemakaian software, SOLIDWORKS lebih mudah digunakan dan dipelajari serta berbeda dalam proses pembuatan geometri dan proses persiapan simulasi.
- Berdasarkan hasil visualisasi hasil yang terpapar pada bab 4, menunjukkan bahwa pada gambar terdapat aliran stagnasi dan diketahui aliran separasi. Pada *velocity contour* diketahui antara FLUENT dan SOLIDWORKS memiliki kecenderungan yang sama, dari segi warna terlihat bahwa pada $Re 10^3$ dan $Re 10^6$ terjadi separasi aliran dan titik separasi pada $Re 10^6$ lebih jauh di belakang daripada $Re 10^3$, membuktikan bahwa pada Re yang semakin tinggi kecepatan fluida dapat menahan momentum gaya geser dan tekanan balik pada kontur sehingga aliran dapat bertahan lebih lama dan hal ini yang mengakibatkan titik separasi menjadi lebih mundur.
- Sesuai dengan hasil C_p (b) dan C_d (p) antara FLUENT dan SOLIDWORKS didapatkan hasil koefisien *drag* yang berbeda berdasarkan dari perhitungan C_d dengan integral Simpson $\frac{1}{3}$ yaitu pada $Re 10^3$ C_p (b) FLUENT sebesar -1.0 dan SOLIDWORKS sebesar -0.8, serta C_d (p) masing-masing sebesar 1.10 dan 1.14. Sedangkan pada $Re 10^6$ C_p (b) FLUENT sebesar -0.5 dan SOLIDWORKS sebesar -0.6 serta C_d (p) masing-masing sebesar 0.33 dan 0.41.

Saran

Adapun saran yang peneliti sampaikan adalah sebagai berikut:

- Peralatan atau komputer (CPU/Laptop) yang memadai (spesifikasi) untuk digunakan proses simulasi di laboratorium atau pun di jurusan Teknik Mesin Unesa.
- Software yang sesuai dan mudah dipahami untuk mahasiswa, sekaligus untuk pemula dalam pembelajaran menggunakan simulasi aliran.

- Pendingin untuk CPU computer ketika proses simulasi berjalan, karena simulasi dapat berjalan hingga sehari-hari.
- Sebaiknya pembelajaran mengenai simulasi aliran dengan software tertentu diberikan pengarahan untuk proses pembuatan dan analisa.
- Pengenalan terhadap berbagai software untuk simulasi aliran yang cocok untuk pemula atau pun yang mahir sehingga mahasiswa dapat memilih software yang cocok dan mudah untuk digunakan dan dipahami.

DAFTAR PUSTAKA

- Catalano, dkk, 2003. *Numerical simulation of the flow around a circular cylinder at high Reynolds numbers*. CIRA—Italian Aerospace Research Center, 81043 Capua (CE), Italy.
- Fox and Mc. Donald, 2011. *Introduction to Fluid Mechanics*, 8th edition, John Wiley and Son, Inc.
- Freitas, Cristhoper J, 1999. *The Issue of Numerical Uncertainty*, Second International Conference on CFD in the Minerals and Process Industries CSIRO, Melbourne, Australia.
- Hucho, Wolf Heinrich, 1993. *Aerodynamics of road Vehicles*. Ostring 48, D-6231, Schwalbach (Ts), Germany.
- Islam, Toukir, 2013. *Experimental and Numerical Investigation of Flow over a Cylinder at Reynolds Number 105*. Journal of Modern Science and Technology.
- Katz, Joseph, 2006. *Race Car Aerodynamics Designing for Speed*, Bentley Publishers, a division of Robbert Bentley, Inc.
- Lam, K and X. Fang, 1995. *The Effect of Interference of Four Equispaced Cylinders in Cross Flow on Pressure and Force Coefficients*, Department of Mechanical and Marine Engineering, Hongkong Polytechnic University
- Merrick, Ryan, 2013. *Control of flow around a circular cylinder by the use of surface roughness: A computational and experimental approach*. Department of Civil and Environmental Engineering/International Hurricane Research Center, Florida International University, Miami, Florida.
- Nevers, Noel de, 1991. *Fluid Mechanics For Chemical Engineers*. New York : Mc Graw Hill.
- Patankar, V. Suhas, 1980. *Numerical Heat Transfer and Fluid Flow*. New York : McGraw Hill.
- Patel, Yogini, 2010. *Numerical Investigation of Flow Past a Circular Cylinder and in a Staggered Tube Bundle Using Various Turbulence Models*. Department of Mathematics and Physics. Lappeenranta University of Technology.
- R.Munson, Bruce., F.Young, Donal., & H.Okhisi, Theodore, 2011. *Fluid Mechanics*. New York: Sons, Inc.
- Sutantra, I Nyoman, 2001. *Teknologi Otomotif Teori dan Aplikasinya*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.
- Solidworks, 2012. *Solidworks Flow Simulation 2012 Tutorial*. Solidworks.
- Solidworks, 2012. *Solidworks Flow Simulation 2012 Technical Reference*. Solidworks.
- Solidworks, 2012. *Solidworks Flow Simulation 2012 Solving Engineering Task*. Solidworks.
- Triatmodjo, Bambang, 2002. *Metode Numerik dilengkapi dengan Program Komputer*. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tuakia, Firman, 2008. *Dasar-Dasar CFD menggunakan Fluent*, Informatika, Bandung.