

Kajian Komputasi dan Eksprimental Aliran Laminar Melewati Silinder Elips Tersusun Tandem

Muh. Annur Jimran¹, Syapril², Ahmad Kurniawan³

^{1,2,3}Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar

email: syapril80@gmail.com

(Received: 24-01-2024; Reviewed: 24-02-2024; Revised: 24-03-2024; Accepted: 24-04-2024; Published: 24-05-2024)



©2024 –GSEJ adalah Jurnal yang diterbitkan dengan akses terbuka dibawah licensi CC BY-NC-4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

ABSTRACT

Fluida mengalir melalui benda silinder tersusun tandem silinder elips sering digunakan dalam rekayasa struktur dan transportasi. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental untuk mengetahui karakteristik visualisasi aliran, kemudian dikompilasi dari simulasi komputasi. Analisis dilakukan dalam dua tahapan yaitu: Tahap pertama analisis menggunakan program CFD Fluent 6.3 2 dimensi menghasilkan dua kontur aliran, yaitu velocity magnitude, dan static pressure. Tahap kedua analisis eksperimen adalah untuk mengetahui karakteristik visualisasi aliran melalui benda uji. Hasil analisis CFD Fluent 6.3 2 dimensi pertama menghasilkan tekanan statik paling tinggi pada sisi dalam bagian depan variasi jarak M0.0 yakni antara AR 1.4 dengan 1.6, variasi jarak N0.0 yakni antara AR 1.6 dengan 1.8, dan variasi jarak MN0.0 yakni antara AR 1.4, 1.6, dengan 1.8. Sebaliknya jika diberi jarak 0.1, 0.2, dan 0.3 tekanan statik paling tinggi ada pada sisi depan silinder. Kedua membuktikan variasi jarak M, N, dan MN saling mempengaruhi hal ini dibuktikan dan diperkuat oleh nilai koefisien tekanan (C_p) yang signifikan berubah drastis ketika diberi jarak. Selanjutnya hasil eksperimen menghasilkan ketebalan separasi signifikan lebih membesar dan terjadinya vortex ketika diberi jarak 0.0, hal ini dibuktikan oleh variasi jarak MN 0.0. Sebaliknya ketika diberi jarak 0.1, 0.2, dan 0.3 ketebalan separasi yang besar dari ketiga axis ratio signifikan lebih besar pada AR 1.6, hal ini dibuktikan dan diperkuat pada profil kecepatan aliran dan visualisasi aliran.

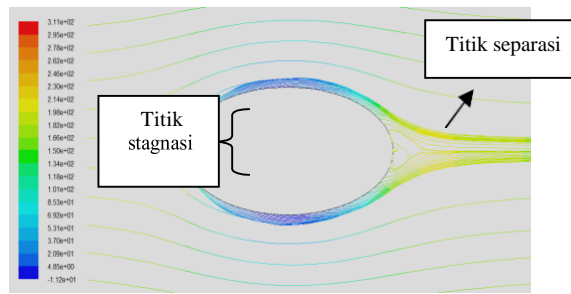
Keywords: Fluent CFD, Visualisasi aliran laminar, Silinder elips tersusun tandem.

PENDAHULUAN

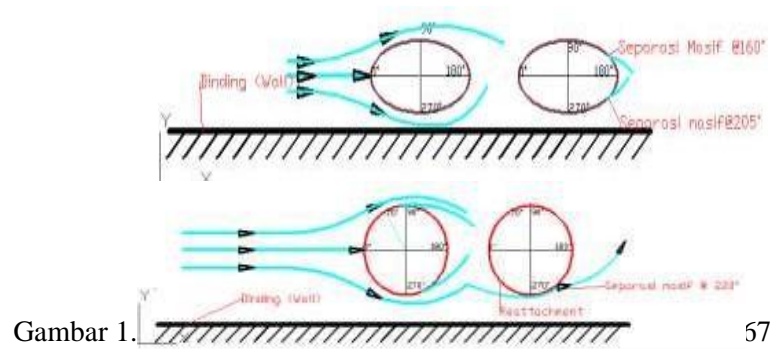
PENDAHULUAN

Aliran fluida merupakan salah satu fenomena yang dapat ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Melihat cakupan yang sangat luas dari fenomena aliran fluida, potensi untuk diadakannya penelitian terhadap fenomena aliran fluida juga sangat besar. Didukung dengan perkembangan teknologi yang semakin maju, para peneliti mulai mengembangkan dan membuat metode-metode baru dalam pemecahan masalah aliran fluida yang kompleks.

Afdhal Kurniawan Mainil dkk (2013), Pada geometri body berbentuk elips dengan perbandingan diameter ($a/b = 50\text{mm}/100\text{mm}$) titik stagnasi terjadi pada bagian ujung elips pada rentang $0^\circ < \theta < 5^\circ$ dan $360^\circ < \theta < 355^\circ$ dimana memiliki nilai C_p yang hampir sama. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar :



Helmizar dkk (2012), Keberadaan separasi masif pada kontur permukaan silinder elips, secara keseluruhan memberikan kontribusi dalam mereduksi gaya hambat (drag) secara khusus terlihat bahwa separasi pada silinder elips untuk G/D 0.067 lebih tertunda, terjadi pada $130^\circ < \theta < 190^\circ$ dibandingkan separasi yang terjadi pada silinder sirkular untuk $G/D = 0.067$, terjadi pada $90^\circ < \theta < 140^\circ$.



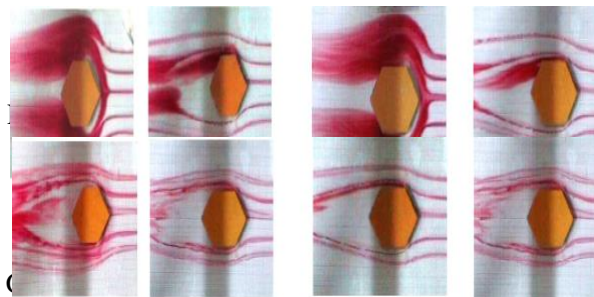
Gambar 1.

57

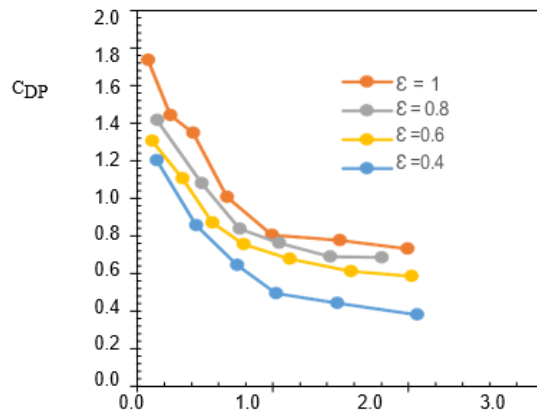
Toni Dwi Putra (2010), Semakin kecil bilangan Reynolds maka semakin panjang jarak separasi, tetapi lebar wake justru mengecil.

a. Trapesium 50 mm

b. Trapesium 60 mm



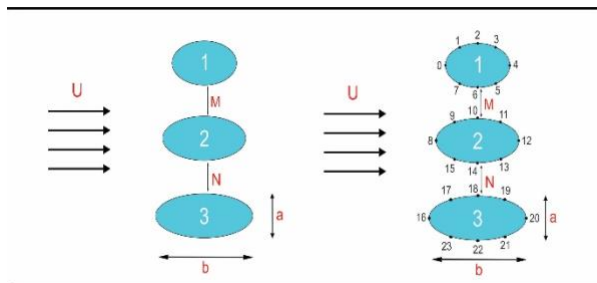
Dewi Puspitasari Tekanan (2016) melakukan penelitian analisa jarak antara dua silinder berpenampang elips terhadap tekanan udara pada dindingnya. Membuktikan, semakin cepat turun untuk aspect ratio yang semakin kecil. Jarak sangat mempengaruhi koefisien drag tekanan untuk jarak antar Silinder yang kecil, dan jarak ini naik seiring dengan naiknya aspect ratio.



Gambar 1.4. Koefisien tahanan akibat tekanan

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan simulasi komputasi untuk mengetahui karakteristik aliran kemudian dikompilasi dengan visualisasi aliran yang diperoleh dari simulasi komputasi. Analisis dilakukan dalam 2 (dua) tahapan yaitu: Tahap pertama analisis dengan menggunakan program CFD FLUENT 6.3 2 dimensi. Tahapan simulasi ini dimulai dengan menentukan jenis meshing yang digunakan pada silinder elips tersusun tandem paralel dengan variasi perbandingan axis ratio A/R 1.4, 1.6, 1.8 dimana jarak M 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, jarak N 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, dan jarak MN 0.0, 0.1, 0.2, 0.3 dengan menggunakan gambit 2.3 sebelum di export ke Fluent 6.3. Tahap kedua analisis adalah untuk mengetahui karakteristik visualisasi aliran melalui benda uji, dengan melakukan eksperimen pada sebuah visualisasi aliran laminar. Benda uji terbuat dari akrilik tersusun secara tandem paralel dengan variasi perbandingan axis ratio A/R 1.4, 1.6, 1.8 dimana jarak M 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, jarak N 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, dan jarak MN 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, kemudian dialirkan melewati benda uji dengan debit aliran 2000 l/h. Berikut model uji dan posisi nomor tap :



Gambar 2.1. Model benda uji dan posisi nomor

Peralatan terdiri atas unit yang diletakkan di lantai, peralatan ini memiliki area kerja yang luas (605 mm × 900 mm)

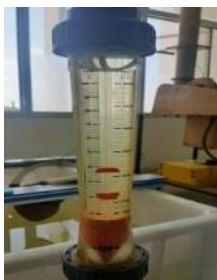


Gambar 2.2 Dimensi area kerja

Keterangan gambar :

1. Feeding or emptying
2. Injection system
3. Upper glass
4. Drain
5. Drainage control valve
6. Drainage control valve

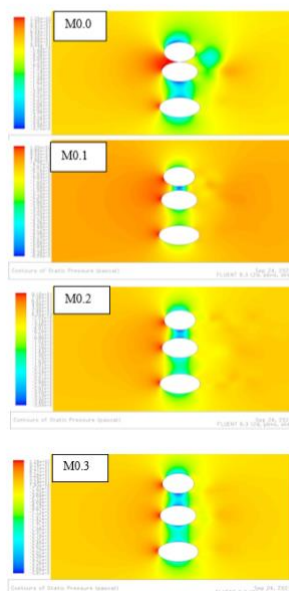
Pemasangan benda uji pada seksi uji, kemudian dialirkan melewati benda uji, dengan debit aliran 2000 l/h dengan densitas sebesar 1000 kg/m^3 , viskositas sebesar 1.00×10^{-3} .



HASIL PENELITIAN

Data simulasi komputasi program CFD Fluent 6.3 2 dimensi, menghasilkan kontur static pressure masing-masing pada gambar berikut ini.

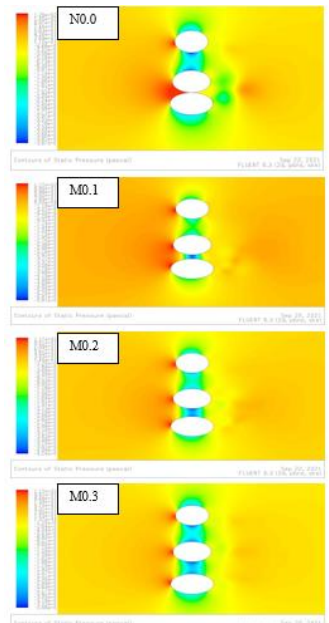
a. Variasi jarak M



Gambar 3.1 Profil kontur tekanan statik variasi jarak M

Pada gambar diatas nampak jelas apabila diberi jarak spasi M 0.0 maka tekanan statik paling tinggi ada pada sisi dalam bagian depan antara AR 1.4 dan AR 1.6, sebaliknya tekanan terendah ada pada sisi samping luar AR 1.4 dan AR 1.6. Namun ketika diberi jarak spasi antara M 0.1,0.2,0.3 maka tekanan statik paling tinggi ada pada sisi depan masing-masing AR, sebaliknya tekanan terendah ada pada sisi samping dalam antara AR 1.4 dan AR 1.6.

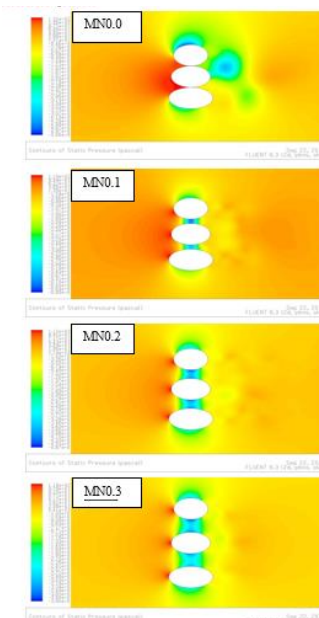
b. Variasi jarak N



Gambar 3.2 Profil kontur tekanan statik variasi jarak N

Pada gambar diatas nampak jelas apabila diberi jarak spasi M 0.0 maka tekanan statik paling tinggi ada pada sisi dalam bagian depan antara AR 1.6 dan AR 1.8, sebaliknya tekanan terendah ada pada sisi samping dalam antara AR 1.4 dan AR 1.6. Namun ketika diberi jarak spasi antara M 0.1,0.2,0.3 maka tekanan statik paling tinggi ada pada sisi depan masing-masing AR, sebaliknya tekanan terendah ada pada sisi samping dalam antara AR 1.6 dan AR 1.8.

c. Variasi jarak MN

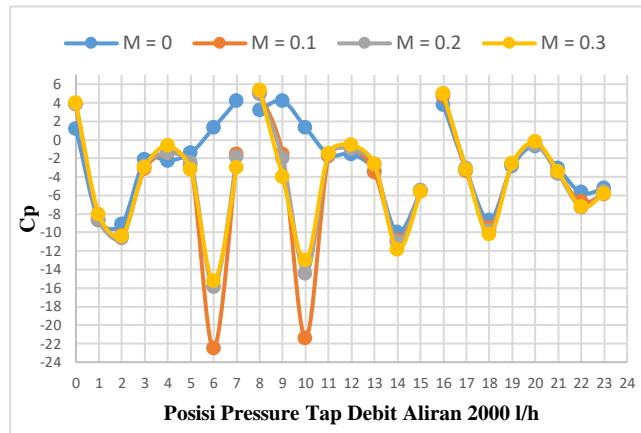


Gambar 3.3 Profil kontur tekanan statik variasi jarak N

Pada gambar 3.3.nampak jelas apabila diberi jarak spasi MN 0.0 maka tekanan statik paling tinggi ada pada sisi dalam bagian depan ketiga axis ratio, sebaliknya tekanan terendah ada pada sisi samping luar AR 1.4. Namun ketika diberi jarak spasi antara M 0.1,0.2,0.3 maka tekanan statik paling tinggi ada pada sisi depan masing-masing AR, sebaliknya tekanan terendah ada pada sisi samping dalam ketiga axis ratio.

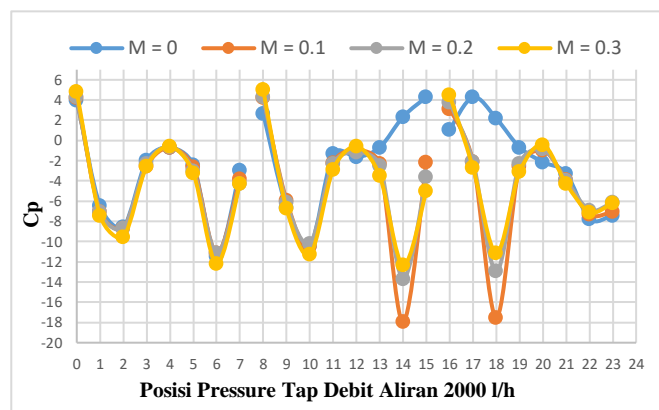
Hasil nilai koefisien tekanan (C_p) dari simulasi komputasi program CFD Fluent 6.3 2 dimensi:

a. Variasi jarak M



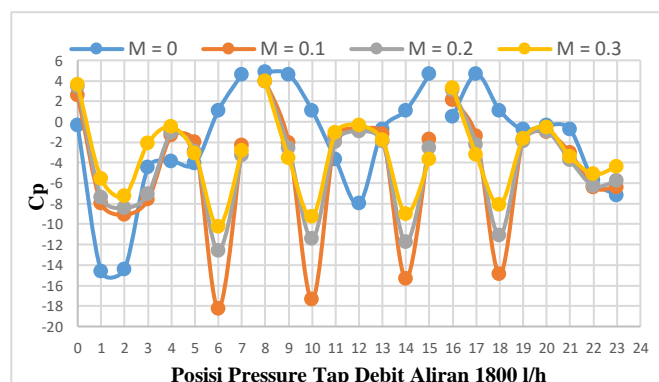
Dari gambar 10 memperlihatkan lebih jelas adanya pengaruh tekanan yang lebih signifikan antara axis ratio 1.4 dan 1.6 akibat dari variasi jarak M yang diberikan.

b. Variasi jarak N



Dari gambar 3.5 memperlihatkan lebih jelas adanya pengaruh tekanan yang lebih signifikan antara axis ratio 1.6 dan 1.8 akibat dari variasi jarak N yang diberikan.

c. Variasi jarak MN

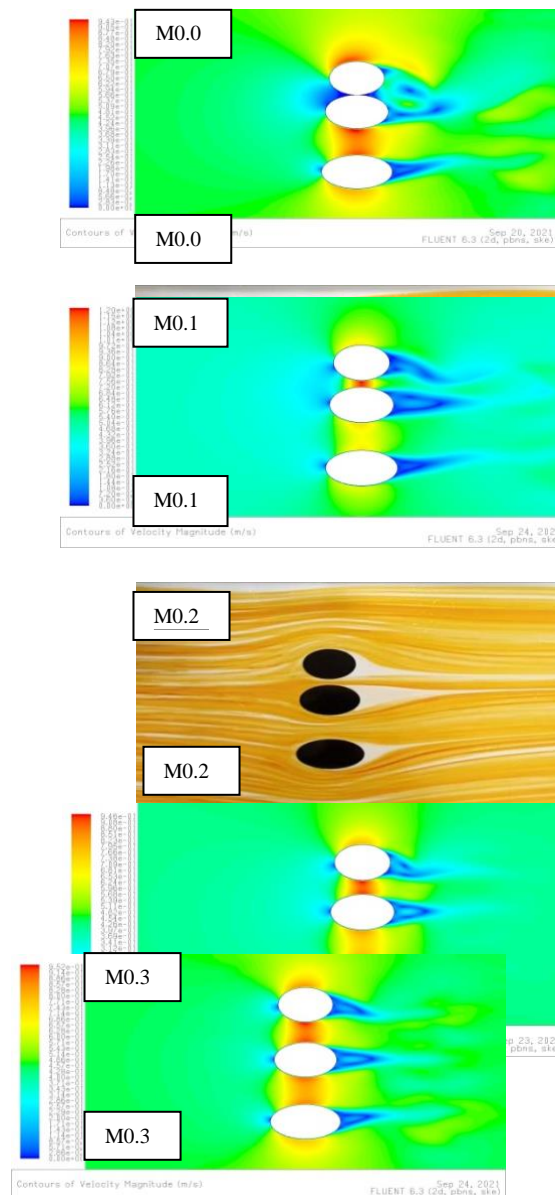


Gambar 3.6 Nilai koefisien tekanan variasi jarak N

Dari gambar 3.6 memperlihatkan lebih jelas adanya pengaruh tekanan yang lebih signifikan ketiga axis ratio yakni 1.4, 1.6 dan 1.8 akibat dari variasi jarak MN yang diberikan.

Hasil kontur kecepatan aliran dari simulasi komputasi program CFD Fluent 6.3 2 dengan visualisasi aliran laminar :

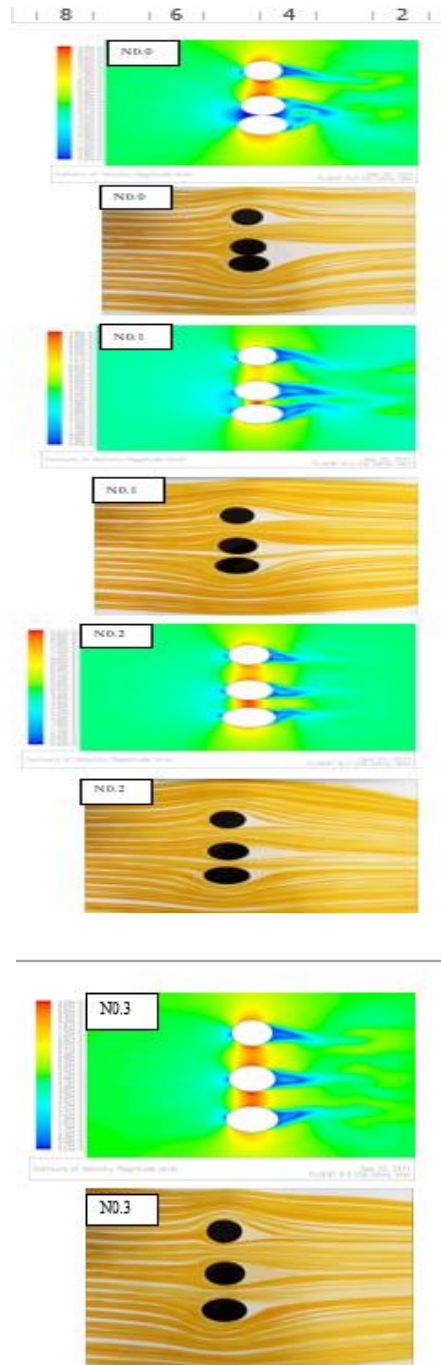
a. Variasi jarak M



Gambar 3.7 Profil kontur kecepatan aliran dan visualisasi aliran ariasi jarak M

Dari gambar 3.7 pada kontur kecepatan aliran memperlihatkan, bahwa bila diberi jarak M 0.0 maka ketebalan separasi signifikan lebih besar pada AR 1.4 dan 1.6 akibat keduanya berdempetan. Sebaliknya ketika diberi jarak M 0.1, 0.2, dan 0.3 maka tingkat ketebalan separasi lebih besar pada axis ratio tengah yakni AR 1.6, hal ini dibuktikan dan diperkuat pula pada visualisasi aliran laminar

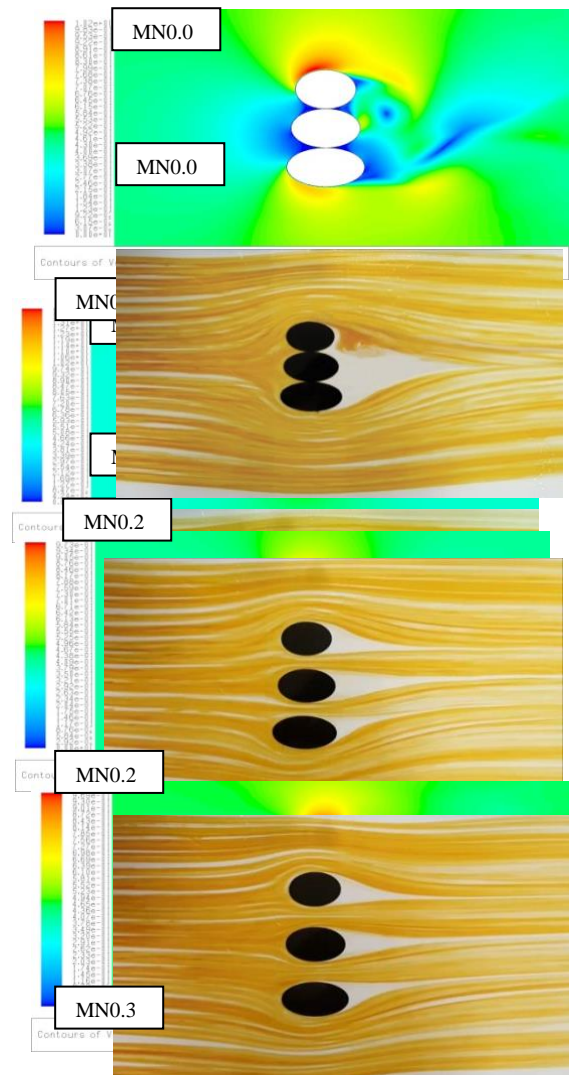
b. Variasi jarak N



Gambar 3.8 Profil kontur kecepatan aliran dan visualisasi aliran variasi jarak N

Dari gambar 3.8 pada kontur kecepatan aliran memperlihatkan, bahwa bila diberi jarak N 0.0 maka ketebalan separasi signifikan lebih besar pada AR 1.6 dan 1.8 akibat keduanya berdempetan. Sebaliknya ketika diberi jarak N 0.1, 0.2, dan 0.3 maka tingkat ketebalan separasi lebih besar pada axis ratio tengah yakni AR 1.6, hal ini diperkuat pula pada visualisasi aliran laminar.

c. Variasi jarak N



Gambar 3.9 Profil kontur kecepatan aliran dan visualisasi aliran variasi jarak MN

Dari gambar 3.9 pada kontur kecepatan aliran memperlihatkan, bahwa bila diberi jarak MN 0.0 maka ketebalan separasi signifikan lebih membesar akibatnya terjadi vortex. Sebaliknya ketika diberi jarak MN 0.1, 0.2, dan 0.3 maka tingkat ketebalan separasi lebih besar pada axis ratio tengah yakni AR 1.6, hal ini diperkuat pula pada visualisasi aliran laminar.

KESIMPULAN

Dari analisis komputasi CFD Fluent dan eksperimen bahwa Karakteristik visualisasi aliran laminar dengan metode simulasi CFD FLUENT 6.3 mempertegas atau membuktikan tekanan, Pada silinder elips tersusun tandem paralel membuktikan tekanan statik paling tinggi pada sisi dalam bagian depan variasi jarak M0.0 yakni antara AR 1.4 dengan 1.6, variasi jarak N0.0 yakni antara AR 1.6 dengan 1.8, dan variasi jarak MN0.0 yakni anatara AR 1.4, 1.6, dengan 1.8. Sebaliknya jika diberi jarak 0.1, 0.2, dan 0.3 tekanan statik paling tinggi ada pada sisi depan silinder, Pada silinder elips tersusun tandem paralel membuktikan variasi jarak M, N, dan MN saling mempengaruhi hal ini dibuktikan dan diperkuat oleh nilai koefisien tekanan (C_p) yang signifikan berubah drastis ketika diberi jarak, Pada silinder elips tersusun tandem paralel ketebalan separasi signifikan lebih membesar dan terjadinya vortex ketika diberi jarak 0.0, hal ini dibuktikan oleh variasi jarak MN 0.0. Sebaliknya ketika diberi

jarak 0.1, 0.2, dan 0.3 ketebalan separasi yang besar dari ketiga axis ratio signifikan lebih besar pada AR 1.6, hal ini dibuktikan dan diperkuat pada profil kecepatan aliran dan visualisasi aliran.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdhal Kurniawan Mainil, 2013, Analisis Pengaruh Perbandingan Diameter Minor dan Mayor Elips Terhadap Nilai Koefisien Drag Menggunakan Program CFD, Jurnal Teknik Mesin Vol.2, No. 1, Oktober 2013 : 56-64
- Helmizar, 2008, Studi Eksperimental Tentang Efek Blockage Ratio Terhadap Karakteristik Aliran Fluida Melintasi Silinder, Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS, Surabaya.
- Dewi Puspitasari, 2016, Analisa Jarak Antara Dua Silinder Berpenampang Ellip Terhadap Tekanan Aliran Udara Pada Dindingnya, Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XV (SNTTM XV) Bandung, 5-6 Oktober 2016.
- Rachmat Subagyo, 2012, Kajian Eksperimental Karakteristik Aliran Eksternal Pada Benda Tumpul Segiempat Dengan Ujung Muka Elips, Jurnal Teknologi Technoscintia ISSN: 1979-8415 Vol. 4 No. 2 Februari 2012
- Toni DP, Nurida F, 2010, Studi Eksperimental Visualisasi Pola Aliran Dua Dimensi di Belakang Bluff Body Berbentuk Trapesium, Jurnal Rotor, Volume 3 Nomor 2.8178
- Nasaruddin Salam, 2014, Fluid Flow Through Triangular and Square Cylinders, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, ISSN : 1991-8178-
- Roya Shademani, Parviz Ghadimi, 2013, Assessment of Air Flow over an Equilateral Triangular Obstacle in a horizontal Channel Using FVM, Journal of Mathematical Sciences and Applications, Vol. 1, No. 1, 12- 16.
- Nadeak ,Bungaran, 2010, Studi Eksperimental Perbandingan Aliran Melintasi Dua Silinder Elips dan Dua Silinder Sirkuler Tersusun Tandem Akibat Pengaruh Dinding Datar Pada Berbagai Jarak Gap, Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin FT-UNIB, Bengkulu.
- Choi, J.H. & Lee, S.J, 2000. "Ground Effect of Flow Around an Elliptic Cylinder in a Turbulent Boundary Layer". Journal of Fluids And Structures, Vol. 14, 697-709.
- Baskaran, A, and Kashef, A, 2006, Investigation of Air Flow Around Buildings Using Computational Fluid Dynamics Techniques, Building performance Laboratory Institute for Research in Construction National Research council Canada Ottawa, Ontario, Canada K1A 0R6 Engineering Structures, v.18, no.11, 1996 NRCC 37920.
- Choi, Jaesoon & Lee, Sujin. (2000). Ground effect of flow around an elliptic cylinder in a turbulent boundary layer. Journal of Fluids and Structures. 14. 697–709. 10.1006/jfls.2000.0290.