

**INVESTIGASI NUMERIK PENGURANGAN GAYA DRAG
PADA PIPA ENGINE OIL COOLER
NUMERICAL INVESTIGATION OF DRAG FORCE REDUCTION ON
THE ENGINE OIL COOLER TUBE**

Surya Cakra¹, Gunawan Sakti², Bambang Junipitoyo³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Pesawat Udara, Fakultas Teknik Penerbangan, Politeknik Penerbangan Surabaya
Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236
Email: suryacakra49@gmail.com

Abstrak

Upaya pengurangan gaya drag pada sebuah silinder adalah penelitian yang masih populer dilaksanakan oleh banyak peneliti hingga saat ini. Pengurangan gaya drag ini sangat bermanfaat dan banyak digunakan seperti pada desain pipa-pipa heat exchanger, tiang pancang konstruksi bangunan lepas pantai dan pilar-pilar jembatan. Upaya penurunan gaya drag dilakukan menggunakan simulasi numerik Ansys Fluent[®] dengan diameter geometri silinder utama adalah $D = 60$ mm, diameter silinder pengganggu $d = 0.5D$ dengan diberikan variasi jarak antar titik pusat antara kedua silinder adalah $1.2 \leq s/D \leq 1.4$ dan Reynold number $Re = 5.3 \times 10^4$ pada kecepatan $U_{\infty} = 14$ m/s. Simulasi numerik ini juga diberikan variasi turbulent model k-epsilon (2eq), k-omega (2eq) dan transition k-kl-omega (3eq) untuk mendapatkan data hasil simulasi numerik yang mendekati eksperimental. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu menunjukkan peningkatan performa aerodinamika yang lebih baik. Adapun analisa dilakukan dengan membandingkan beberapa parameter ukur antara silinder tunggal tanpa pengganggu dan silinder dengan pengganggu. Adapun beberapa pertimbangan yang digunakan dalam analisa performa aerodinamika ini adalah C_p , distribution tekanan didinding silinder utama, C_d , C_l dan visualisasi kontur kecepatan dan tekanan.

Kata Kunci: bluff body, cylinder circular, CFD, coefficient of drag, coefficient of lift.

Abstract

The effort to reduce the drag force on a cylinder is a research that is still popularly carried out by many researchers today. This reduction of drag force is very useful and widely used in the design of heat exchanger pipes, offshore construction piles and bridge piles. This drag forces reducing were carried out using Ansys Fluent[®] numerical simulation with the geometry of the main cylinder being $D = 60$ mm, the diameter of the cylinder bluff body $d = 0.5D$, given the variation of the distance between the center points between the two cylinders is $1.2 \leq s / D \leq 1.4$ and the Reynold number $Re = 5.3 \times 10^4$ at free stream velocity $U_{\infty} = 14$ m / s. This numerical simulation is also given the turbulent variation of the k-epsilon (2eq), k-omega (2eq) transition model and the k-kl-omega (3eq) transition to obtain numerical simulation results that are close to experimental data. The results of this research are expected to show better aerodynamic performance improvements. The analysis is carried out by comparing several measuring parameters between a single cylinder without disturbance and a cylinder with a disturbance. Some of the considerations used in this aerodynamic performance analysis are C_p , pressure distribution on the main cylinder wall, C_d , C_l and visualization of velocity and pressure contours.

Keywords: bluff body, cylinder sirkular, CFD, coefficient of drag, coefficient of lift.

PENDAHULUAN

Penelitian pada sebuah aliran udara yang melewati silinder perlu dilakukan. Perbedaan materi studi yang berbeda menunjukkan bahwa aliran ini memiliki banyak aplikasi teknik dan masih menghadirkan salah satu tantangan utama dalam *aerodynamic*. Salah satunya adalah pemasangan tabung pipa silinder yang terdapat di *engine oil cooler* pada pesawat terbang. Bagian dari komponen *engine oil cooler* terdapat pipa silinder yang masing-masing jaraknya saling berdekatan.

Pada penelitian ini difokuskan dalam upaya mengurangi gaya *drag* pada pipa silinder yang terdapat didalam *engine oil cooler*. Dari penelitian yang dilakukan bertujuan mengurangi gaya *drag* di belakang silinder sehingga dapat mengurangi *drag* dan menghemat *fuel* untuk penggunaan bahan bakar di pesawat terbang. Oleh karena itu hal ini menarik untuk dipelajari karena masih menjadi tantangan besar pada disiplin ilmu aerodinamika. Apabila bisa dipelajari akan mendapatkan hasil yang sangat berguna dalam ilmu aerodinamika.

Ada dua metode dalam penelitian ini. Metode pertama adalah mengontrol lapisan silinder yang terpisah dari *bluff body*, dan kedua permukaan control mengalir di sekitar *bluff body* dengan meletakkan batang kecil di bagian *upstream* dari *bluff body*.

Telah diketahui bahwa pengurangan gaya *drag* untuk dua tipe silinder yang sama besar dapat dicapai dengan transisi dari *boundary layer* dari *laminar* ke *turbulence* dengan menggunakan *wire tripping* pada permukaan silinder. Untuk mengendalikan medan aliran di sekitar permukaan silinder *engine oil cooler*, dua metode diusulkan oleh (Igarashi, 2006), pertama adalah batang kendali yang dipasang di aliran *shear layer* dari silinder pertama dan yang lainnya adalah batang

kendali yang dipasang di bagian *upstream*. Pada penggunaan metode yang terakhir, koefisien *drag* dari *bluff body* seperti prisma persegi, lingkaran silinder dan *plate* datar normal yang dapat berkurang 50% sampai 75%

Adanya gaya *drag* karena terjadi gesekan *fuida* dengan dinding-dinding pipa mengakibatkan kerugian di pesawat. Oleh sebab itu perlu diupayakan sebuah penelitian untuk mengurangi gaya *drag* yang mengakibatkan kerugian pada pesawat tersebut, perbandingan *input* dan *output* pada *engine oil cooler* diupayakan tidak terlalu besar dengan tujuan mendapatkan hasil kinerja dari sistem *engine oil cooler* yang baik.

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisa, yaitu : sebuah aliran udara yang melewati benda pengganggu silinder sirkular yang dapat mengurangi *bluff body* sebagai objek utama, penelitian ini menggunakan pipa silinder sirkular yang diletakkan di depan silinder utama. Dari simulasi penelitian yang berlangsung, penelitian ini menggunakan *software* ANSYS AIM 18.2. Berdasarkan literature yang dijadikan acuan persamaan URANS (*Unsteady Reynold-Average Navier Strokes*) yang diselesaikan menggunakan SIMPLE (*Semi-Implicit Method for Pressure-Linked Equations*). Prosedur simulasi secara keseluruhan dalam model masalah *turbulence*, hal ini telah divalidasi dengan banyaknya penelitian yang sudah dibandingkan dari beberapa hasil eksperimen dalam objek *bluff body*. Hasil yang dicapai menunjukkan adanya hasil yang maksimal dan dapat diharapkan antara CFD dan eksperimen untuk target *boundary condition* ketika

menggunakan model $k-\epsilon$ dengan *enhanced wall function*.

Objek Penelitian

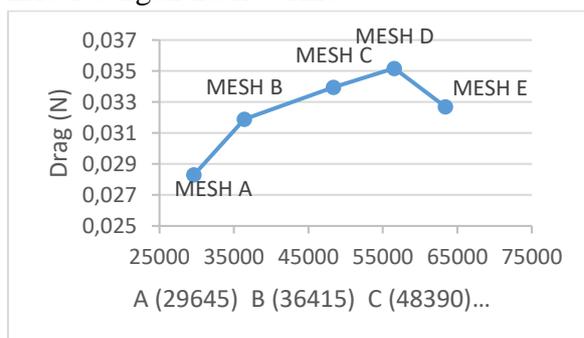
Grid Independency

Penelitian tentang *grid independency* memasukkan data silinder dengan menempatkan pipa silinder sirkular. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan dari kerapatan saat meshing berlangsung. Dimulai dari renggang sampai rapat dan hasil simulasi meshing akan digabung dengan penelitian lainnya yang telah divalidasi. Peneliti telah menemukan hasil dari beberapa perbandingan meshing saat dilakukan. Peneliti menggunakan *meshing D* pada tabel 1 yang memiliki *node* sebesar 56556.

Tabel 1 Hasil variasi meshing

Meshing	Node	Skewness Max <0,9	Aspect Ratio AVE/MAX <4 (C_D)	Inflation Layer
Meshing A	29645	0,5	1,0	20
Meshing B	36415	0,55	1,0	20
Meshing C	48390	0,55	1,0	20
Meshing D	56556	0,55	1,0	20
Meshing E	63382	0,56	1,0	20

Setelah dilakukan meshing peneliti memasukkan data *grid independency* dari Ms. Excel dengan hasil berikut:



Gambar 1 *Grid Independency*

Instrumen Penelitian

Sejak proses penelitian berlangsung, peneliti menggunakan aplikasi Ansys yang didukung oleh laptop Hp1000.

Berikut adalah spesifikasinya:

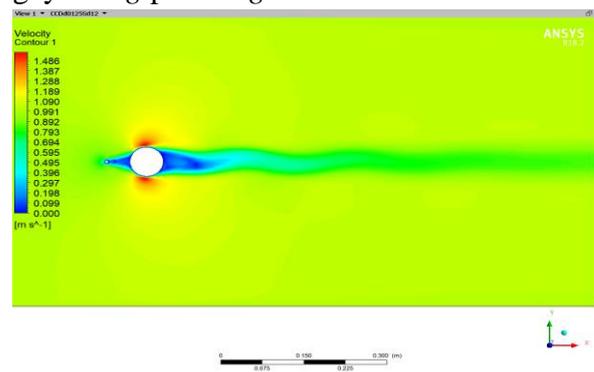
Prosedur simulasi numerik:

1. Penelitian ini menggunakan *Software* pendukung yaitu ANSYS AIM 18.2
2. *Input solver setup* pada *fluent*
3. Menggunakan 2D untuk desain
4. Perhitungan itrasi
5. Hasil perhitungan divalidasi dari yang paling identic dengan data literatur
6. Model geometri yang sudah valid ditambah dengan silinder sirkular
7. Perhitungan iterasi pada geometri dengan silinder sirkular.

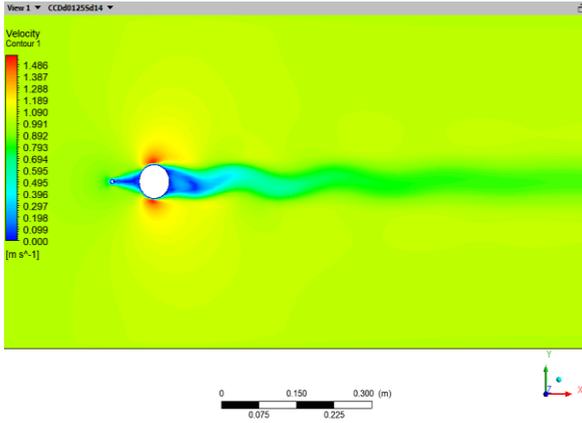
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan, berikut adalah model berupa kontur dari munculnya sebaran tekanan dan juga kontur kecepatan fluida pada area pipa *engine oil cooler*. Pada gambar dibawah ini dapat dilihat terjadinya di *engine oil cooler* yang disebabkan oleh pipa penghalang silinder sirkular sehingga dapat menilai C_L dan C_D yang sudah diteliti

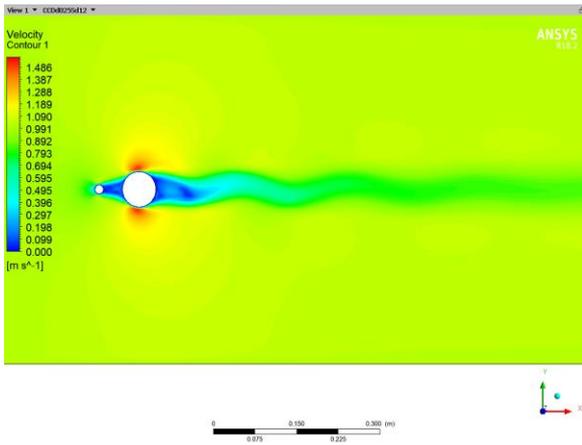
Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada tipe silinder sirkular telah menampilkan kontur sebaran dari tekanan yang melewati pipa *engine oil cooler* yang sudah divariasikan dalam berbagai jarak tertentu. Sehingga muncul nilai kontur yang dapat diketahui untuk tekanan dalam pengurangan gaya *drag* pada *engine oil cooler*.



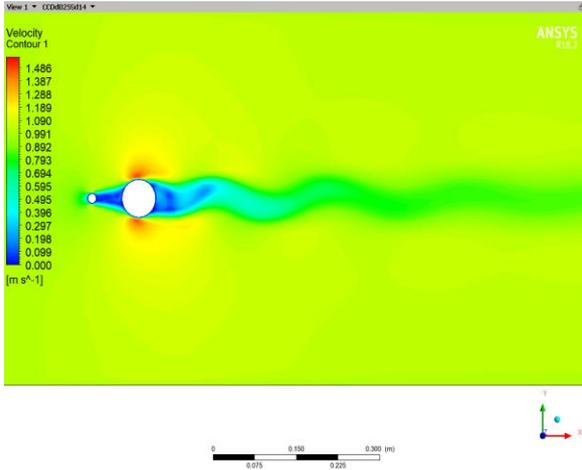
Gambar 2 Kontur silinder tipe sirkular Dd 0,125 Sd 1,2



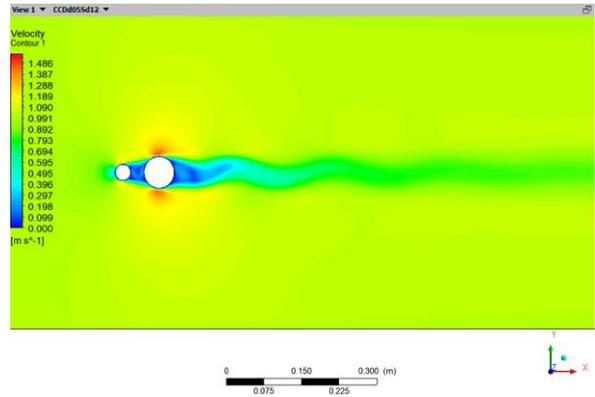
Gambar 3 Kontur silinder tipe sirkular Dd 0,125 Sd 1,4



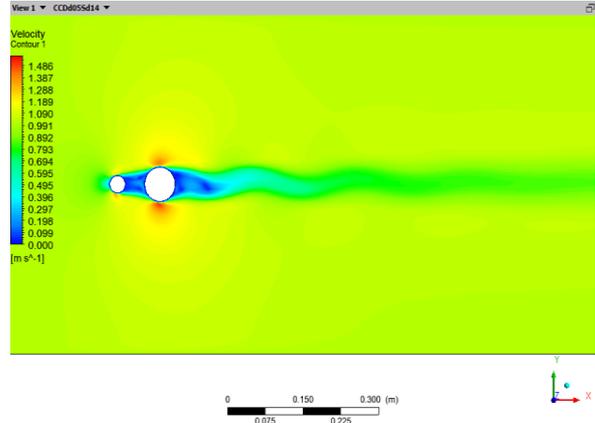
Gambar 4 Kontur silinder tipe sirkular Dd 0,25 Sd 1,2



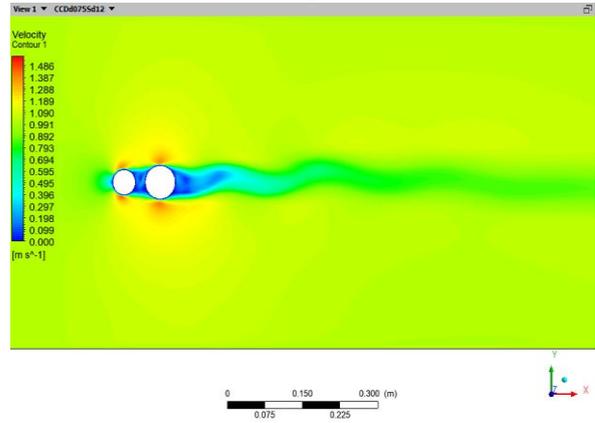
Gambar 5 Kontur silinder tipe sirkular Dd 0,25 Sd 1,4



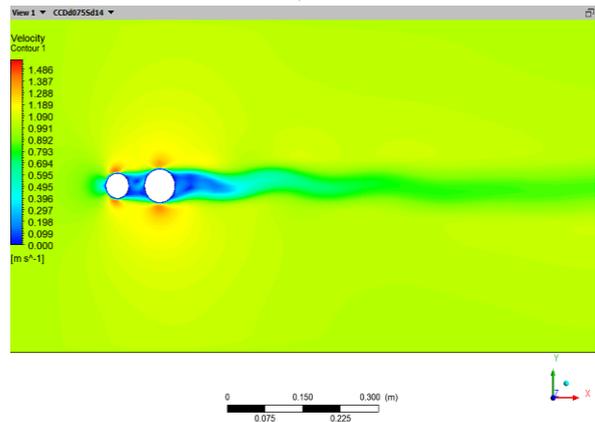
Gambar 6 Kontur silinder tipe sirkular Dd 0,5 Sd 1,2



Gambar 7 Kontur silinder tipe sirkular Dd 0,5 Sd 1,4



Gambar 8 Kontur silinder tipe sirkular Dd 0,75 Sd 1,2



Gambar 9 Kontur silinder tipe sirkular Dd 0,75 Sd 1,4

Dari simulasi yang sudah dilakukan pada *engine oil cooler* dengan menempatkan pipa silinder sirkular pada kontur sebaran tekanan dan juga kecepatan yang mengalir diantara pipa silinder. Sehingga variasi yang sudah diberikan antara silinder pengganggu dengan silinder utama dapat mengetahui berapa besar gaya yang dihasilkan.

Dari simulasi yang sudah dicantumkan pada gambar 2 sampai 9 menunjukkan identifikasi sebagai berikut:

1. Perubahan yang terjadi pada aliran udara yg divariasikan jaraknya oleh silinder penghalang.
2. Terbentuknya area bertekanan tinggi di bagian silinder sirkular.
3. Meningkatnya C_L dan C_D akibat jarak dari silinder sirkular.
4. Mengakibatkan *point shear layer* bergeser sedikit kebelakang oleh silinder sirkular.

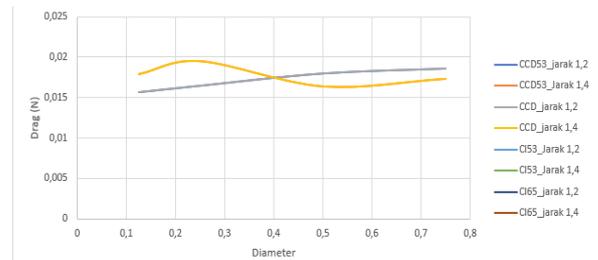
Dari hasil penelitian yang dilakukan, diambil kesimpulan mulai dari jarak, diameter dan *drag* pada tipe silinder sirkular, berikut adalah tabelnya:

Tabel 2 Perbandingan nilai uji dan *drag*

Type	Jarak	Diameter	Drag (N)
CCD	1,2	0,125	0,015641
		0,25	0,016455
		0,5	0,018011
		0,75	0,018631
	1,4	0,125	0,017927
		0,25	0,019551
		0,5	0,01638
		0,75	0,017332

Dari data yang sudah diambil pada tabel 2, menunjukkan hasil simulasi dari variasi jarak dan diameter penghalang silinder sirkular terhadap *coefficient lift* (C_L) dan *coefficient drag* (C_D). Dari data grafik yang sudah disajikan, *coefficient drag* (C_D) memiliki nilai sebesar 0,01638 dan memiliki nilai *coefficient lift* (C_L) sebesar 0. Dari tabel

diatas disimpulkan bahwa nilai *drag* yang paling tinggi pada diameter silinder sirkular 0,5 dengan jarak 1,4.



Gambar 10 grafik hasil dari nilai C_D terhadap variasi dan diameter jarak silinder sirkular

PENUTUP

Simpulan

Di bawah ini adalah hasil penelitian simulasi dan analisis pada ANSYS untuk pengurangan gaya *drag* pada pipa silinder *engine oil cooler* dan menambahkan silinder berbentuk sirkular sebagai penganggunya yang divariasikan dari jarak yang sudah ditentukan. Berikut adalah kesimpulan analisa:

1. Dari simulasi yang telah dilakukan bahwa silinder pengganggu sirkular dapat mengurangi drag secara efisien pada diameter 0,5 dengan jarak 1,4.
2. Dari simulasi yang telah dilakukan pada tipe silinder sirkular dengan jarak 1,2 maupun jarak 1,4 cenderung konstan terhadap perubahan diameter.
3. Dari simulasi yang telah dilakukan dengan variasi jarak 1,2 dan jarak 1,4 menunjukkan kenaikan nilai *drag* namun tidak berdampak besar seperti tipe penghalang lainnya.
4. Dari hasil simulasi yang dilakukan, diketahui bahwa variasi jarak silinder pengganggu yang sudah ditentukan menunjukkan perbedaan statistik nilai *drag* yang berbeda.

Saran

1. Diharapkan pada penelitian yang selanjutnya bisa menggunakan variasi baru untuk tipe silinder penghalang yang berbeda bentuk.
2. Diharapkan pada penelitian yang selanjutnya bisa lebih bervariasi dalam

hal pengembangan materi yang akan dikaji dan menambahkan banyak variabel selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anderson. (2010). *Boundary Layer*.
- [2] ANSYS Inc. 2013. *ANSYS Fluent Meshing User's Guide. U.S.A.*
- [3] Dwisantoso D. (2011). Berat Jenis, 12–19.
- [4] Diastian dan Wawan. (2013). Studi Numerik Karakteristik Aliran Melintasi Silinder Sirkular Tunggal Dengan Bodi Pengganggu Berbentuk Silinder Sirkular Saluran Sempit Berpenampang Bujur Sangkar. Jurusan Teknik Mesin: Institut Teknologi Sepuluh November. Pp 40.
- [5] Felia. (2011). *Compressible Flow*. <https://felia21.wordpress.com/tag/compressible-flow/>, diakses pada tanggal 7 maret 2013.
- [6] Hirsch, C. (2007). *Numerical Computation of Internal and External Flows. Second Edition. Elsevier. Vol 1.*
- [7] Lubis, M. M. (2012). Analisis Aerodinamika Airfoil NACA 2412 pada Sayap Pesawat Model Tipe Glider dengan Menggunakan Software Berbasis *Computational Fluid Dynamic* untuk Memperoleh Gaya Angkat maksimum. *Jurnal e-Dinamis*, II(2), pp. 24.
- [8] Mirna Sari. (2018). Optimasi *Coefficient Lift (Cl) Single Slotted Flap* dan *Double Slotted Flap* pada Pesawat N219 Menggunakan Simulasi *Computational Fluid Dynamic*. Fakultas Teknik. Universitas Jember. Pp. 7-8.
- [9] Igarashi, T. (1981). *Characteristics Of The Flow Around Two Circular Cylinders Arranged in Tandem*. 1st report. *Bulletin of JSME*, 24 (188), 323-331.
- [10] Powerplant. (2009). *Aviation Maintenance Technician Series*. Chapter 11.
- [11] Si Putu Gede Gunawan Tista. (2010). Pengaruh Penempatan Penghalang Berbentuk Silinder Pada Posisi Vertikal Dengan Variasi Jarak Horizontal Di Depan Silinder Utama Terhadap Koefisien *Drag*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. Vol. 4 No.2. Pp 162.
- [12] Tris Sugiarto. (2010). Analisa Karakteristik Airfoil Naca 4412 Dengan Metode *Wind Tunnel*. Intuisi Teknologi dan Seni.
- [13] Tsutsui, T. & Igarashi, T. (2002). *Drag reduction of a circular cylinder in an air-stream*. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamic – J WIND ENG IND AERODYN*. 90. 527-541 10.1016/S0167- 6105(01)00199-4.