

Pengaruh Variasi Kecepatan Aliran Fluida Terhadap Tekanan Pada Bangun Ruang Lingkaran Di Ruang Uji Wind Tunnel

Baso Riadi Husda*, Sudarmanto Jayanegara, Muhammad Agung, Hasbullah
Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar

Baso.riadi@unm.ac.id, sudarmanto@unm.ac.id, agung@unm.ac.id, bro.has23@gmail.com

Abstrak

Bangun ruang lingkaran merupakan salah satu bentuk bangun ruang yang sering digunakan dalam aplikasi teknik dan industri, seperti pada mesin turbin, pompa dan perpipaan. Saat benda yang berbentuk lingkaran bergerak didalam aliran fluida, maka akan mengalami gaya hambat atau drag yang dapat mempengaruhi kinerjanya. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh variasi kecepatan aliran fluida terhadap nilai koefisien drag pada bangun ruang lingkaran sesuai dengan standar ASME PTC 16. Pengujian dilakukan dengan menggunakan model skala yang terbuat dari bahan kayu berbentuk lingkaran dengan diameter 6 cm dan panjang 20,5 cm. Pengujian dilakukan di laboratorium mekanika fluida dengan menggunakan alat wind tunnel pada variasi kecepatan aliran fluida 30 m/s dan 40 m/s dan dilakukan simulasi dengan menggunakan aplikasi Ansys. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai koefisien drag meningkat seiring dengan peningkatan kecepatan aliran fluida. Tekanan terukur yang dihasilkan pada kecepatan aliran fluida 30 m/s pada menit ke 20 sebesar 2,8 mmH₂O sedangkan pada kecepatan aliran fluida 40 m/s sebesar 5,2 mmH₂O. Distribusi kecepatan fluida pada permukaan lingkaran menunjukkan bahwa adanya turbulensi pada kecepatan aliran fluida yang tinggi. Olehnya itu semakin tinggi kecepatan aliran fluida maka semakin besar kemungkinan terjadinya turbulensi.

Kata kunci: Kecepatan aliran fluida, benda lingkaran, koefisien drag, pengaruh, Wind Tunnel

Abstract

Circle shape is one of the geometric shapes that is often used in engineering and industrial applications, such as turbine engines, pumps and piping. When an object in the form of a circle moves in a fluid flow, it will experience a drag or drag force which can affect its performance. This study aims to study the effect of variations in fluid flow velocity on the value of the drag coefficient in a circular shape according to ASME PTC 16 standard. The test was carried out using a scale model made of wood circular material with a diameter of 6 cm and a length of 20,5 cm. Tests were carried out in the fluid mechanics laboratory using a wind tunnel at varying fluid flow velocities of 30 m/s and 40 m/s and simulated using the Ansys application. The test results show that the value of the drag coefficient increases with increasing fluid flow velocity. The measured pressure generated at a fluid flow rate of 30 m/s in the 20 minute is 2,8 mmH₂O while at a fluid flow rate of 40 m/s it is 5,2 mmH₂O. The distribution of fluid velocity on the surface of the circle indicates that there is turbulence at high fluid flow velocities. Therefore, the higher the velocity of the fluid flow, the greater the possibility of turbulence.

Keywords: Fluid flow velocity, circular objects, drag coefficient, influence, wind tunnel



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)

PENDAHULUAN

Teknologi fluida adalah salah satu bidang penting dalam rekayasa mekanik. Salah satu aspek yang penting dalam teknologi fluida adalah pengukuran dan analisis hambatan ruang bangun lingkaran dalam aliran fluida. Hambatan ruang bangun lingkaran dalam aliran fluida terkait erat dengan performa berbagai alat, seperti pompa, kompresor, dan turbin, serta pada kendaraan seperti mobil, pesawat terbang dan kapal.

Dalam mempelajari pengaruh kecepatan aliran terhadap hambatan suatu bangun ruang lingkaran masih ada beberapa pertanyaan yang belum terjawab, terutama mengenai pengaruh kecepatan aliran fluida yang tinggi pada hambatan ruang bangun lingkaran.

Bangun ruang lingkaran merupakan salah satu bentuk bangun ruang yang sering digunakan pada berbagai aplikasi, seperti dalam bidang aerodinamika dan mesin fluida. Pada umumnya, ketika bangun ruang lingkaran berada dalam aliran fluida, maka akan mengalami hambatan atau drag, yang mana dapat mempengaruhi kinerja dari bangun tersebut. Untuk mengukur hambatan atau drag pada suatu bangun, dapat digunakan koefisien drag, yang merupakan rasio antara gaya gesekan dan gaya dinamis yang bekerja pada benda tersebut. Oleh karena itu, pengukuran koefisien drag pada bangun ruang lingkaran perlu dilakukan secara cermat dan akurat. Koefisien drag merupakan salah satu parameter penting dalam studi mekanika fluida, karena informasi tentang hambatan yang dialami benda yang bergerak dalam fluida [1].

Dengan kata lain bahwa Bangun ruang lingkaran sangat erat dengan adanya hambatan jika terkena aliran fluida yang bergerak. Jika kecepatan aliran fluida meningkat maka akan meningkat pula koefisien drag bangun ruang lingkaran dan begitu pun sebaliknya.

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengkaji pengaruh variasi kecepatan aliran fluida terhadap nilai koefisien drag pada bangun ruang

lingkaran. Beberapa penelitian tersebut telah menghasilkan temuan yang menarik terkait dengan sifat aliran fluida di sekitar bangun ruang lingkaran, terutama dalam hal pengaruh viskositas fluida pada koefisien drag. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh kecepatan aliran fluida pada nilai koefisien drag pada bangun ruang lingkaran menjadi sangat penting.

Penelitian untuk mengambil sampel biasanya menggunakan alat pengujian yaitu *wind tunnel*. Temuannya itu terutama dalam hal pengaruh Reynolds number pada koefisien drag.

Penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh kecepatan aliran fluida pada nilai koefisien drag pada bangun ruang lingkaran menggunakan *wind tunnel* sangat penting untuk dilakukan, karena dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang sifat aliran fluida pada bangun tersebut.

Beberapa studi terkait antara lain adalah penelitian yang dilakukan mengenai pengaruh variasi kecepatan aliran udara pada koefisien drag pada bangun ruang lingkaran [3], serta penelitian yang dilakukan mengenai pengaruh kecepatan aliran udara dan Reynolds number pada koefisien drag pada bangun ruang lingkaran [4].

Pengaruh kecepatan aliran fluida pada koefisien drag pada bangun ruang lingkaran merupakan topik yang menarik untuk diteliti dalam bidang aerodinamika. Koefisien drag adalah parameter yang menggambarkan gaya hambatan atau resistansi yang dialami oleh suatu benda ketika bergerak dalam aliran fluida. Penentu nilai koefisien drag pada suatu benda sangat penting dalam perancangan dan pengembangan mesin, transportasi, dan bangunan.

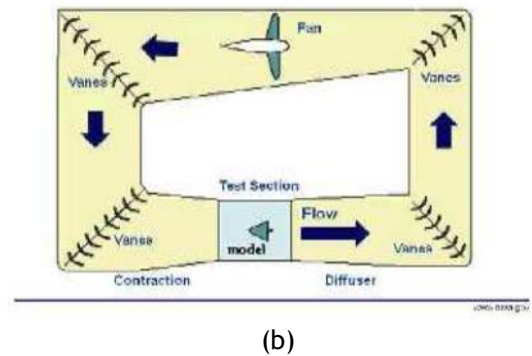
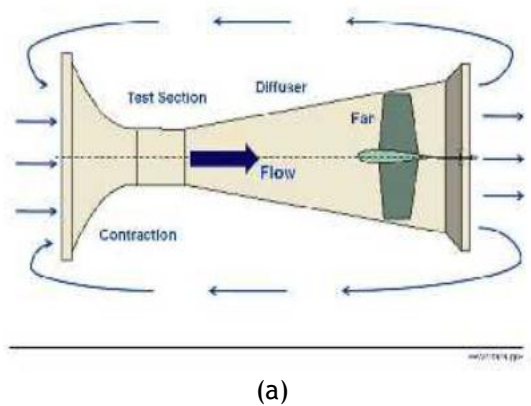
KAJIAN LITERATUR

Wind tunnel adalah alat yang digunakan dalam penelitian aerodinamika untuk mempelajari karakteristik aliran udara. Fungsinya adalah mensimulasikan keadaan sebenarnya pada suatu benda yang berada dalam pengaruh gaya-gaya

aerodinamika. Dalam menggunakan wind tunnel, para peneliti dapat menganalisis kinerja mekanika terbang (flight mechanic) dari suatu benda terbang seperti pesawat terbang atau kendaraan udara lainnya[5].

Selain itu, wind tunnel juga banyak digunakan untuk pengujian berbagai kondisi benda dalam aliran udara, seperti konstruksi gedung pencakar langit dan lingkungan perkotaan. Dalam konteks ini, wind tunnel memungkinkan para ahli untuk memahami bagaimana aliran udara mempengaruhi struktur dan kinerja bangunan tinggi serta lingkungan perkotaan secara keseluruhan.

Dengan menggunakan wind tunnel, para peneliti dapat mengatur kecepatan aliran udara, tekanan udara, dan parameter lainnya untuk mensimulasikan berbagai kondisi yang diinginkan. Hal ini memungkinkan mereka untuk memperoleh data yang akurat dan mengembangkan pemahaman yang lebih baik tentang aerodinamika, yang pada gilirannya dapat digunakan untuk meningkatkan desain dan kinerja berbagai benda dalam aliran udara. Wind tunnel juga dapat diklasifikasikan dalam dua kelompok yakni berdasarkan jalur rangkaian dan berdasarkan instalasi terowongannya. Jika mengacu pada jalur rangkaian maka *wind tunnel* terbagi atas dua yaitu: tipe rangkaian terbuka dan tipe rangkaian tertutup. Biasanya tipe yang terbuka biaya konstruksi yang relatif murah dibandingkan dengan tipe tertutup [6].



Gambar 1: (a) *Wind tunnel* rangkaian terbuka
(b) *wind tunnel* rangkaian tertutup

Pada *wind tunnel* rangkaian terbuka seperti *wind tunnel* milik Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNM. Pada prinsipnya, udara dihisap dari lingkungan sekitar dan ditiupkan ke arah objek yang akan diuji di dalam *wind tunnel*. Udara dihisap melalui sebuah kipas besar yang digerakkan oleh mesin motor penggerak. Fungsi motor penggerak menghasilkan energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Jika poros berputar maka kipas ikut berputar pula. Akibat putaran kipas maka menyebabkan aliran udara dengan kecepatan tertentu. Aliran udara inilah yang kemudian mengalir melewati objek uji dan keluar melalui bagian belakang *wind tunnel*. Secara umum prinsip *wind tunnel* terbuka lebih sederhana dan lebih mudah untuk dikonstruksi, tetapi aliran udara di dalamnya mungkin terpengaruh oleh keadaan lingkungan luar seperti turbulensi udara [7].

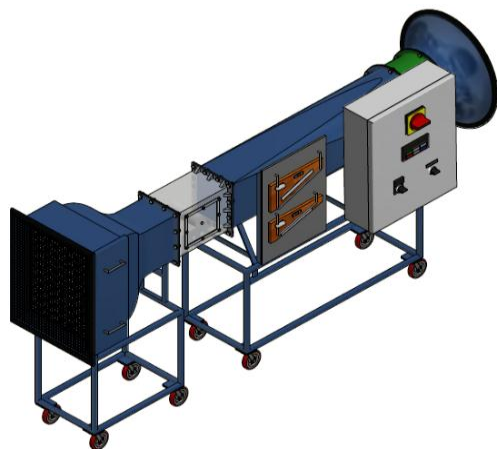


Gambar 2: *Wind Tunnel*

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekperimental dengan menggunakan alat uji di laboratorium yaitu Wind Tunnel. Pertama, benda lingkaran dengan ukuran diameternya 6 cm dan panjangnya 20,5 cm yang terbuat

dari kayu akan ditempatkan dalam aliran fluida yang mengalir dengan kecepatan 30 m/s dan 40 m/s dengan pengambilan sampel data setiap 5 menit. Kecepatan aliran fluida diukur dengan pembacaan alat ukur digital pembawaan alat uji dan menggunakan flowmeter, sedangkan perbedaan tekanan yang terbentuk diukur menggunakan manometer yang terpasang pada kecepatan aliran yang masuk dan kecepatan aliran keluar. Serta juga uji coba dengan simulasi dengan menggunakan aplikasi ANSYS. Gambar 3 menunjukkan alat pengujian.



Gambar 3: Alat pengujian Wind Tunnel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan tekanan terukur dengan benda uji bangun ruang berbentuk lingkaran dapat terlihat seperti pada tabel berikut:

Tabel 1 Hasil Pengukur Perbedaan Tekanan untuk kecepatan 30 m/s.

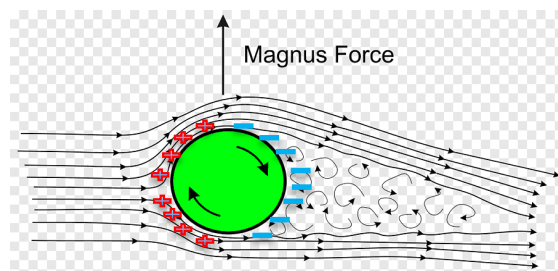
U = 30 m/s					
Waktu (detik)	ΔP_1 (mmH ₂ O)	ΔP_2 (mmH ₂ O)	ΔP_3 (mmH ₂ O)	ΔP_4 (mmH ₂ O)	Rata-rata
5	2,6	2,6	2,5	2,7	2,6
10	2,7	2,7	2,7	2,6	2,7
15	2,8	2,8	2,7	2,8	2,8
20	2,8	2,7	2,8	2,8	2,8
Jumlah					2,7

Sedangkan pada kecepatan 40 m/s dapat dilihat di tabel 2

Tabel 2 Hasil Pengukuran Perbedaan Tekanan Untuk Kecepatan 40 m/s

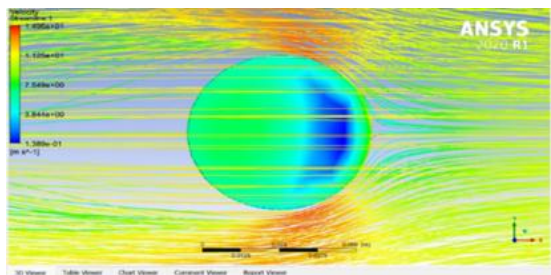
U = 40 m/s					
Waktu (detik)	ΔP_1 (mmH ₂ O)	ΔP_2 (mmH ₂ O)	ΔP_3 (mmH ₂ O)	ΔP_4 (mmH ₂ O)	Rata-rata
5	5,2	5,2	5,3	5,2	5,2
10	5,3	5,4	5,3	5,3	5,3
15	5,2	5,2	5,2	5,3	5,2
20	5,2	5,3	5,2	5,2	5,2
Jumlah					5,2

Dari kedua tabel diatas maka kecepatan berpengaruh terhadap tekanan. Semakin besar kecepatan yang mengenai benda uji yaitu lingkaran maka akan semakin besar pula tekanan yang dihasilkan. Tekanan yang besar akan mengakibatkan besarnya koefisien drag yang ditimbulkan. Besarnya koefisien drag dapat terjadi jika luas penampangnya juga besar yang dialiri oleh kecepatan tertentu yang biasa disebut (streamlines). Jika dirujuk pada buku bahwa untuk bangun ruang lingkaran memiliki koefisien drag 0,47 (Cengel). Diujung bangun lingkaran ialah titik yang dimana menghasilkan tekanan yang besar dan dibelakang benda uji adalah titik turunnya tekanan yang dihasilkan seperti terlihat gambar 4 ialah bentuk streamlines pada benda lingkaran.

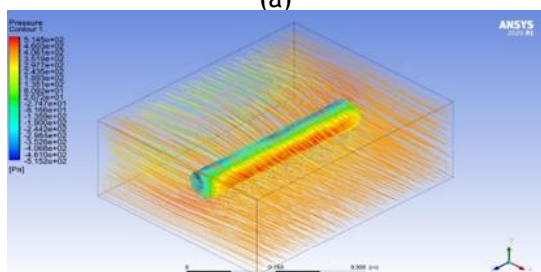


Gambar 4: Streamline pada lingkaran (Sumber : <https://www.pngegg.com/id/png-prwdd>)

Seperti halnya hasil simulasi ANSYS dengan benda uji lingkaran dihasilkan bahwa terlihat semakin besar kecepatan yang dihasilkan maka semakin besar pula tekanannya. Hal ini disebabkan karena luas penampang yang dikenai aliran fluida. Gambar 5 adalah hasil simulasi ANSYS.



(a)



(b)

Gambar 5: (a) Kecepatan dan (b) Tekanan

Dari Gambar 5 diatas memperlihatkan bahwa kecepatan berbanding lurus terhadap tekanan yang dihasilkan. Pola aliran yang mengalir yang mengenai luas penampang lingkaran bagian depan mengalami koefisien drag yang besar dan tekanan yang besar ditandai dengan warna merah. Indikator warna pada gambar diatas menjelaskan ukuran nilai dari tekanan yang dihasilkan jika dialiri aliran fluida dengan kecepatan tertentu. Kecepatan aliran fluida tersebut juga mempengaruhi adanya koefisien drag.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dengan variasi kecepatan yang dilakukan setiap 5 menit pada pengujian di *wind tunnel* dengan benda uji bangun ruang lingkaran serta simulasi menggunakan ANSYS maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan yang diberikan maka semakin besar pula tekanan yang dihasilkan. Untuk mendukung argumen tersebut didukung juga dengan penelitian sebelumnya serta aplikasi ANSYS. Olehnya itu untuk penelitian selanjutnya diharapkan pada pengujiannya menggunakan asap sebagai bahan tambahan untuk melihat aliran yang terbentuk di sepanjang benda uji lingkaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pak Samnur selaku ketua Prodi Diploma Sarjana Terapan yang telah memberikan masukan dan saran selama melakukan pengujian.

REFERENSI

- [1] Anderson. (2021). *Fundamentals of Aerodynamics*. McGraw-Hill Education.
- [2] Bhatt, R., & Patel, J. (2019). *Study od drag coefficient of ship model using computational fluid dynamics*. Internatinal Journal of Scientific & Engineering Research, 10(5), 1475-1481.
- [3] Hussain, S., & Rahman, A. (2019). *Numerical simulation of flow around a cylinder: Effect of inlet turbulence and reynolds number*. Ain Shams Engineering Journal, 10 (2), 347-357.
- [4] Liu, J., Cheng, X., Zhou, Y., & Sun, X. (2019). *Experimental study on the drag coefficient of a circular cylinder with different diameters under wind load*. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 189, 40-48.
- [5] Saputra, Satria F., Agustian., & Syahrul. (2018). *Analisa Pengaruh Putaran Blade dan arah sudut serang terhadap koefisien drag dan lift pada model prototype airfoil NACA 0012 dengan menggunakan alat uji wind tunnel open cicrcuit untuk sarana laboratorium fluida*. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik.
- [6] Niulai, Jainal., & Nelce D., M. (2022). *Pengaruh bentuk benda uji terhadap pola aliran angin di ruang uji Wind Tunnel*. LPPM Politeknik Saint Paul Sorongf. Hal. 37-46
- [7] Yuniarsih, Nadia., & Wowo, R. (2019). *Pengembangan terowongan angin kecepatan renda (Low Speed Wind Tunnel) untuk tujuan edukatif di politeknik negeri batam*. Integrasi vol.7. No.1:19-22