

Analisis Aerodinamika Pada Bangun Ruang Sama Kaki dan Sama Sisi di Ruang Uji Wind Tunnel

Baso Riadi Husda^{1*}, Sudarmanto Jayanegara², Muhammad Agung³, Aminuddin⁴, Raodah⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Makassar, Makassar 90224, Indonesia
*Email : baso.riadi@unm.ac.id

Abstract: Aerodynamics is a branch of physics that studies the behavior of air flow around solid objects. The field of aerodynamics plays an important role in various applications, including transportation, building construction, and renewable energy. This study aims to analyze the aerodynamics of isosceles and equilateral geometric shapes. One of the common methods used to test aerodynamic characteristics is using a wind tunnel and simulating it with ANSYS software. By utilizing a wind tunnel to obtain experimental data and ANSYS simulations, researchers can analyze the lift, drag, and flow characteristics around the tested object. The test results showed that the isosceles geometric shape showed a greater drag coefficient value compared to the equilateral triangle at all speeds, while the lift coefficient in the equilateral geometric shape tended to be more stable compared to the isosceles geometric shape. The results of the study can contribute to the design of more efficient aerodynamic structures in various fields of transportation.

Keywords: Aerodynamics; wind tunnel; fluid flow; ansys

Abstrak: Aerodinamika merupakan cabang ilmu fisika yang mempelajari perilaku aliran udara di sekitar benda padat. Bidang aerodinamika memiliki peran penting dalam berbagai aplikasi, termasuk transportasi, konstruksi bangunan, dan energi terbarukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aerodinamika bangun ruang sama kaki dan sama sisi. Salah satu metode yang umum digunakan untuk menguji karakteristik aerodinamika adalah menggunakan terowongan angin (wind tunnel) dengan standar ASME PTC 16 dan disimulasikan dengan software ansys. Pengujian dilakukan dengan variasi kecepatan aliran 30 m/s dan 40 m/s untuk masing-masing benda uji pada pengujian wind tunnel untuk mendapatkan data eksperimen dan simulasi ansys yang digunakan peneliti untuk menganalisis gaya angkat (lift), gaya hambat (drag), dan karakteristik aliran di sekitar objek yang diuji. Hasil pengujian didapatkan bahwa bangun ruang sama kaki menunjukkan nilai koefisien drag yang lebih besar dibandingkan dengan segitiga sama sisi pada semua kecepatan sedangkan koefisien lift pada bangun ruang sama sisi cenderung lebih stabil dibandingkan dengan bangun ruang sama kaki. Dari hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam desain struktur aerodinamis yang lebih efisien di berbagai bidang transportasi.

Kata kunci : Aerodinamika; wind tunnel; aliran fluida; ansys; bangun ruang

I. PENDAHULUAN

Dalam bidang rekayasa mekanika, analisis aerodinamika memiliki peran penting dalam memahami karakteristik aliran udara di sekitar suatu objek. Penelitian mengenai bentuk geometris dalam pengujian wind tunnel memberikan wawasan mengenai gaya angkat (*lift*), gaya hambat (*drag*), dan distribusi tekanan yang memengaruhi kinerja aerodinamis [1]. Bangun ruang sama kaki dan sama sisi memiliki karakteristik simetri yang unik, sehingga penting untuk mengeksplorasi perilaku aerodinamika kedua bentuk ini di dalam ruang uji *wind tunnel* [2].

Bangun ruang dengan bentuk sama kaki dan sama sisi memiliki karakteristik geometris yang unik dan berpotensi memengaruhi pola aliran udara secara signifikan [3]. Secara umum, bangun ruang sama kaki memiliki dua sisi yang sama panjang dan satu basis berbeda, sedangkan bangun ruang sama sisi memiliki tiga sisi yang sama panjang. Kedua bentuk ini menghasilkan variasi sudut serang (*angle of attack*) yang memengaruhi distribusi tekanan dan pola aliran udara di sekitar permukaan benda. Menurut teori aerodinamika, aliran udara yang mengelilingi suatu objek dapat mengalami percepatan atau perlambatan tergantung pada bentuk geometrinya, yang berimplikasi pada pembentukan daerah tekanan tinggi dan rendah [4].

Meskipun ada beberapa penelitian yang telah mengkaji karakteristik aerodinamika dari kedua bentuk ruang tersebut secara terpisah, namun jika di uji dan dibandingkan dalam satu kesatuan pengujian, maka akan memunculkan perbandingan performa aerodinamika. Untuk hasil pengujian lebih mendalam lagi, masih memerlukan ekslorasi yang lebih mendalam seperti pola aliran separasi yang dapat menghambat performanya [5].

Pentingnya memahami interaksi antara aliran udara dan bangun ruang terletak pada kemampuannya untuk mengurangi gaya hambat dan meningkatkan efisiensi aerodinamika [6]. Pada desain kendaraan, misalnya, optimasi aerodinamika dapat mengurangi konsumsi energi dan meningkatkan stabilitas [7]. Dalam konstruksi bangunan, pemahaman ini membantu dalam merancang struktur yang mampu menahan beban angin dan meminimalkan turbulensi di sekitar bangunan.

Studi ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan pola aliran, koefisien drag, koefisien lift dan tekanan aerodinamis pada bangun ruang tersebut. Dengan memahami karakteristik aerodinamis ini, diharapkan hasil penelitian dapat memberikan kontribusi dalam desain struktur aerodinamis yang lebih efisien di berbagai bidang, termasuk transportasi dan teknologi penerbangan serta memberikan gambaran dasar bagi para desainer dan insinyur kedepan.

II. METODE PENELITIAN

Model benda uji yang digunakan adalah bangun ruang sama kaki dan sama sisi yang terbuat dari bahan plastik halus sehingga memastikan permukaannya tetap konsistensi selama pengujian. Pengujian dilakukan dengan variasi kecepatan aliran 30 m/s dan 40 m/s pada masing-masing bangun ruang dengan standar ASME PTC 16 [8, 9].



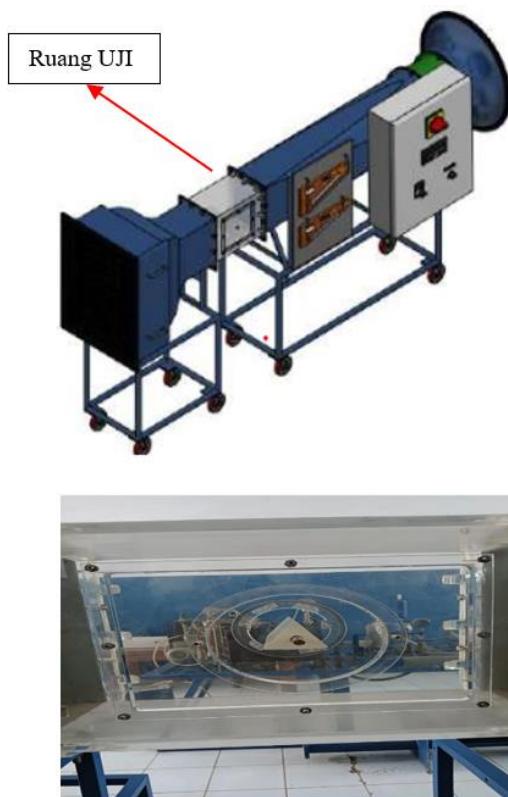
Gambar 1. Wind Tunnel

Alat yang digunakan ialah baramoter untuk melihat tekanan atmosfer lingkungan dan anenometer digunakan untuk mengukur kecepatan aliran keluar.

Adapun langkah pengujian pada *wind tunnel* yang dilakukan:

1. Langkah pertama simpan benda kerja pada tempat ruang uji pada mesin *wind tunnel*.
2. Kemudian putar tombol *Main Switch* ke kanan dan pastikan mesin dalam keadaan on.
3. Kemudian tombol *vent switch* diputar kearah kanan.
4. Selanjutnya, mengatur mode mesin *wind tunnel* dalam keadaan V agar hasil kecepatan aliran menjadi efisien.
5. Putar *fan control* dengan kecepatan aliran 30 km/jam, kemudian tunggu selama 5 menit dengan bantuan stopwatch. Setelah waktu yang telah ditentukan telah habis, catat hasil uji coba benda kerja.
6. Langkah selanjutnya lakukan hal yang sama seperti sebelumnya dengan cara dilakukan pengecekan secara berkala/ 5 menit dengan jangka waktu 20 menit dan dalam 4 kali percobaan.

7. Step pertama dengan kecepatan aliran 30 km/jam telah diukur. Selanjutnya, step kedua dengan aliran 40 km/ jam.
8. Turunkan kecepatan aliran dalam keadaan 0 kemudian putar tombol *vent switch* ke arah kiri dan tombol *main switch* dalam posisi off.
9. Kemudian putar Kembali tombol *main switch* ke kanan dan pastikan mesin dalam keadaan on.
10. Kemudian tombol *vent switch* diputar kearah kanan. Selanjutnya, mengatur mode mesin *wind tunnel* dalam keadaan V agar hasil kecepatan aliran menjadi efisien
11. Catat data terukur pada anometer untuk mengetahui kecepatan yang keluar dan amati barometer untuk tekanan atmosfer ruangan.

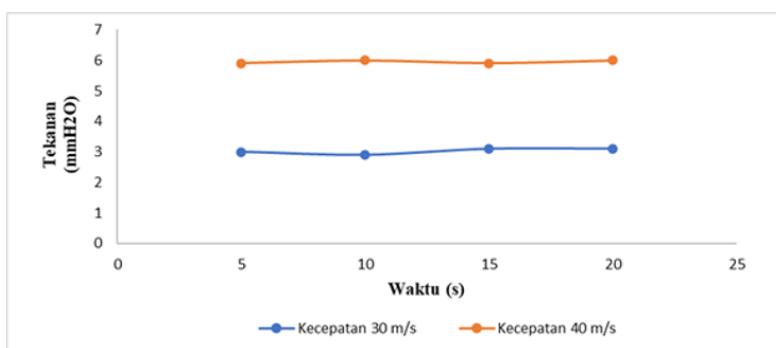


Gambar 2. Ruang Uji Bangun Ruang

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

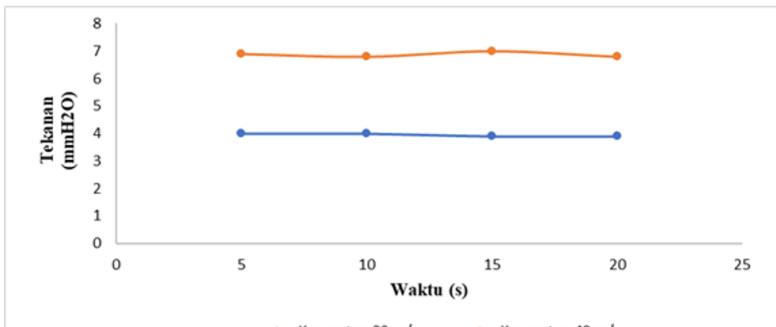
Dari ekperimen dan simulasi yang dilakukan, diperoleh ketinggi cairan dalam manometer yang berbeda-beda antara ke dua geometri sama kaki dan sama sisi. Dalam pengujian diambil 1 data yakni variasi kecepatan aliran 40 m/s sebagai pembahasan selanjutnya.

Gambar 3 menunjukkan tekanan terukur dari manometer pada setiap variasi kecepatan. Kecepatan 40 m/s menghasilkan tekanan yang besar dibandingkan dengan kecepatan 30 m/s. Hal ini diakibatkan karena pengaruh aliran fluida yang bergerak dalam wind tunnel yang menabrak permukaan geometri sama kaki (sudut serang) yang menghasilkan peningkatan tekanan dinamis dari permukaan benda.



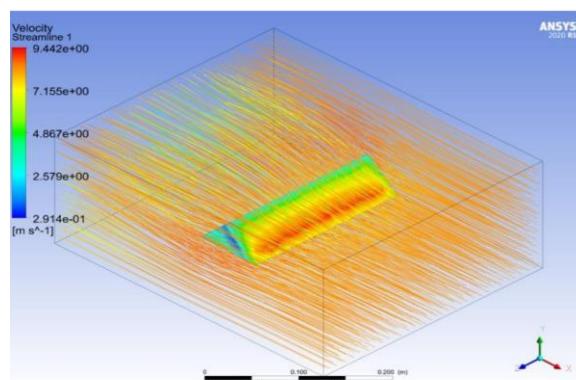
Gambar 3. Grafik Tekanan Geometri Sama Kaki pada Setiap Variasi Kecepatan

Gambar 4 menunjukkan tekanan terukur dari manometer pada setiap variasi kecepatan. Kecepatan 40 m/s menghasilkan tekanan yang besar dibandingkan dengan kecepatan 30 m/s. Hal ini diakibatkan karena pengaruh aliran fluida yang bergerak dalam *wind tunnel* yang menabrak permukaan geometri sama sisi (sudut serang) yang menghasilkan peningkatan tekanan dinamis dari permukaan benda.



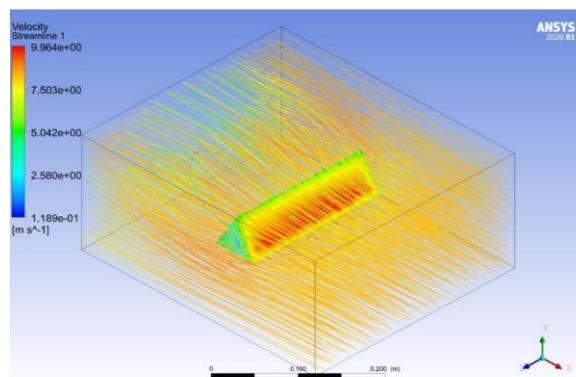
Gambar 4. Grafik Tekanan Geometri Sama Sisi pada Setiap Variasi Kecepatan

Gambar 5 memperlihatkan hasil simulasi aliran fluida menggunakan software *Ansys*, dengan visualisasi *streamline* yang menunjukkan distribusi kecepatan aliran udara yang melewati geometri sama kaki. Dampak dari aliran ini dapat dilihat bahwa aliran fluida yang mengenai di depan geometri sama kaki mengalami tekanan tinggi dan kecepatannya rendah (zona stagnasi) yang mendekati titik nol. Di atas geometri sama kaki maka aliran fluida mengalami tekanan menurun dan kecepatan meningkat karena luas serang yang semakin kecil. Sedangkan aliran fluida yang terjadi di belakang geometri sama kaki akan terbentuk tekanan rendah dan kemungkinan akan terjadi jenis aliran turbulensi yang dapat menyebabkan gaya hambat (*drag*).



Gambar 5. Kecepatan Aliran 40 m/s pada Geometri Sama Kaki

Gambar 6 memperlihatkan hasil simulasi aliran fluida menggunakan software *Ansys*, dengan visualisasi *streamline* yang menunjukkan distribusi kecepatan aliran udara yang melewati geometri sama sisi. Dampak dari aliran ini dapat dilihat bahwa aliran fluida yang mengenai di depan geometri sama sisi mengalami tekanan tinggi dan kecepatannya rendah (zona stagnasi) yang mendekati titik nol. Di atas geometri sama sisi maka aliran fluida mengalami tekanan menurun dan kecepatan meningkat karena luas serang yang semakin kecil. Sedangkan aliran fluida yang terjadi di belakang geometri sama sisi akan terbentuk tekanan rendah dan kemungkinan pemisahan aliran (*flow separation*) cenderung pola *wake* yang lebih simetris, namun tetap terjadi pemisahan alirannya.



Gambar 6. Kecepatan aliran 40 m/s pada geometri sama sisi

Perbedaan utama dalam aliran fluida antara geometri segitiga sama kaki dan sama sisi terletak pada distribusi kecepatan serta pola pemisahan aliran di belakang objek. Pada **segitiga sama kaki**, aliran mengalami percepatan lebih signifikan di bagian atas akibat perbedaan sudut kemiringan antara sisi depan dan belakang. Hal ini menyebabkan gradien tekanan lebih besar serta wake turbulensi yang lebih asimetris. Sebaliknya, pada **segitiga sama sisi**, bentuk yang simetris membuat aliran lebih merata di kedua sisi, menghasilkan pola *wake* yang lebih teratur meskipun tetap mengalami pemisahan aliran di belakang geometri sama sisi. Selain itu, kecepatan maksimum dalam aliran di sekitar segitiga sama sisi cenderung lebih tinggi dibandingkan segitiga sama kaki karena efek aerodinamika yang lebih seimbang [10]. Akibatnya, segitiga sama sisi memiliki distribusi tekanan yang lebih stabil, sedangkan segitiga sama kaki menunjukkan variasi tekanan yang lebih besar akibat perbedaan sudut serang aliran.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian pada variasi kecepatan aliran dengan pengambilan data setiap 5 menit serta dilakukan uji simulasi aerodinamika dengan menggunakan software *ansys* maka dapat disimpulkan bahwa geometri sama sisi memiliki karakteristik aerodinamika yang lebih baik dengan C_d yang lebih rendah dan aliran udara yang lebih teratur dibandingkan geometri sama kaki. Namun, sudut serang relatif lebih besar sehingga meningkatkan drag secara signifikan untuk kedua model tersebut.

Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan variasi bentuk geometri lainnya untuk analisis yang lebih komprehensif dan memakai alat resolusi sensor untuk akurasi pengukuran yang lebih tinggi

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyusunan penelitian ini. Secara khusus, Penulis juga menghargai bantuan dari institusi dan laboratorium yang telah menyediakan fasilitas wind tunnel untuk pengujian, serta semua pihak yang terlibat dalam membantu kelancaran proses penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang aerodinamika, dan dapat menjadi referensi yang berharga bagi penelitian di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jayanegara, S., Husda, B. R., Pendidikan, J., Mesin, T., Teknik, F., Makassar, U. N., Tunnel, W., & Aliran, K, “Analisis Perbandingan Aerodinamika pada Struktur Lingkaran dan Segitiga Sama Sisi”, vol 9(2), 2023.
- [2] Asap, D, “Analisis Desain Wind Tunnel Untuk Visualisasi Aliran”, 1–11, April. 2024.
- [3] Firmansyah, H. N., Wirardi, P., Naryanto, R. F., & Karnowo, K, “Simulasi 3D dan Studi Eksperimental Aliran Udara pada Variasi Geometri Menggunakan Wind Tunnel”, *Jurnal Rekayasa Mesin*, 18(3), 395, 2023. <https://doi.org/10.32497/jrm.v18i3.4973>
- [4] Wibowo, H, “Pengaruh Sudut Serang Aerofoil Terhadap Distribusi Tekanan dan Gaya Angkat”, *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 2(2), 148, 2017. <https://doi.org/10.21831/dinamika.v2i2.15999>
- [5] Mesin, D. T., “Studi Numerik Performa Aerodinamika Desain Kereta Semicepat Jakarta – Surabaya”, 2020.
- [6] Herianto, “Analisis Pengurangan Hambatan Aerodinamika Pada Model Kendaraan Dengan Menggunakan Dimple Konfigurasi Zig-Zag”, 2020. chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/2163/3/D21114028_skripsi_16-09-2020 1-2.pdf?utm_source=chatgpt.com
- [7] Muh. Nuruh Haq Amaluddin,”Analisis Koefisien Hambatan Pada Desain Bodi Kendaraan Tipe Concept Car Menggunakan Perangkat Lunak Cfd Fluent. *Journal of Energy, Materials, & Manufacturing Technology*, 1(01), 28–33, 2022. <https://doi.org/10.61844/jemmtec.v1i01.152>
- [8] Yen, D., & Bräuchle, F, “Calibration and Uncertainty Analysis for the UC Davis Wind Tunnel Facility”, 28, May. 2000.
- [9] Moon, B. D, “Standard models provide beneficial data prior to customer tests in AEDC wind tunnels ”, 15–16, 2022.
- [10] Kamaliyah, L, “Segitiga Sama Kaki Di Ruang Hasil Kali Dalam Dan Sifat – Sifatnya”, 2–4, 1991.