

# Airflow Pattern Simulation in Open Type Wind Tunnel with Test Section 40 cm X 40 cm X 80 cm: Simulasi Pola Aliran Udara pada Wind Tunnel Type Terbuka dengan Test Section 40 cm X 40 cm X 80 cm

Achmad Jakfar Fakhruhrozi  
Mulyadi Mulyadi

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

This study aims to determine the pattern of wind flow in the open type wind tunnel and compare actual measurements and simulation results with software. The actual method used is testing using a wind tunnel, anemometer, dimmer, axial suction fan with parameters RPM 615, 1932, 2400, 2860, and the simulation used using solidwork flow simulation software with parameters Inlet Velocity 1.4 m/s, 2.6 m/s, 3.9 m/s, 4.2 m/s. From the results of the study, it was found that the velocity of the air flowing through the wind tunnel channel obtained the largest value of 14.05 m/s and the smallest value of 0.5 m/s. has a different speed in each section which is influenced by the shape and dimensions of each section. in each section if the velocity is low the flow pattern is laminar, if the velocity is medium the flow pattern is transitional and if the velocity is high the flow pattern is turbulent. And the results of the comparison of actual and simulated velocity occur in the form of a similar flow pattern

---

## Pendahuluan

*Wind tunnel* merupakan suatu peralatan berbentuk tabung atau lorong yang digunakan dalam penelitian aerodinamis untuk mempelajari fenomena yang terjadi pada udara bergerak pada kecepatan tertentu yang melewati suatu benda padat *solid objects* [1] *wind tunnel* memegang peranan penting dalam kehidupan manusia contohnya desain pesawat terbang dan bodi mobil dengan adanya *wind tunnel* ini yang fungsinya untuk mensimulasi sebuah kondisi udara terhadap suatu model.[2]

Keberadaan alat ini sangat dibutuhkan bagi dunia pendidikan tetapi untuk alat ini mempunyai beberapa kendala yaitu dari segi harga yang sangat mahal dan menjadi persoalan dilingkup instansi pendidikan. Pengembangan *wind tunnel* dengan harga terjangkau dan tetap memenuhi standart yang digunakan, penting untuk di lakukan untuk saat ini. [3]

Pengumpulan data kinerja dari daya kondisi variasi kecepatan angin dalam rentang waktu tertentu dapat dilakukan di *windtunnel*[4]. Tingkat keakuratan dan konsistensi pengukuran menggunakan *windtunnel* yang dilakukan dengan berulang ulang bisa dikatakan cukup baik dan tingkat eror yang sangat sedikit [5]. Dalam penelitian ini dilakukan suatu penelitian mengenai Simulasi pola aliran udara menggunakan *windtunnel* type terbuka dengan *testsection* 40cm x 40cm x 80cm. dimana pada penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik suatu bentuk pola aliran udara yang berada didalam *windtunnel* dan dilakukan pensimulasian menggunakan *softwaresolidwork* dengan desain sesuai seperti yang ada di laboratorium teknik mesin umsida. Jadi, fungsi dari penelitian ini untuk mengetahui bentuk pola aliran udara yang ada di dalam *wind tunnel* yang berguna sebagai bahan pertimbangan sebelum dilakukan pengujian yang akan dilakukan pada alat ini.

## Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini *wind tunnel* dengan alat ukur anemometer, kipas hisap aksial, untuk *control variable* kecepatan RPM menggunakan dimmer dan untuk pensimulasi menggunakan *software solidwork 2018 flow simulation* dengan metode *computational fluid dynamic*.

Pada pengujian secara aktual ini dilakukan suatu pengujian pada *windtunnel* secara aktual dan tujuan dari pengujian secara aktual ini untuk mengetahui nilai secara real kecepatan udara yang berada di dalam saluran *windtunnel*, pengujian aktual dilakukan pada setiap *section*. Dan alat yang digunakan untuk pengujian aliran udara secara actual ini menggunakan *anemometer* yang pada saat pengujian alat tersebut dimasukkan kedalam saluran *windtunnel*. Proses pengaturan kontrol *variable* kecepatan RPM yang digunakan pada kipas hisap aksial menggunakan dimmer 4000 watt, alat yang digunakan untuk mengukur RPM dari kipas hisap aksial dengan menggunakan *Tachometer* yang ditembakkan ke dalam *blade* kipas hisap aksial diperoleh hasil pengukuran RPM 615,1932, 2400, 2860.

Setelah diperoleh hasil pengukuran RPM selanjutnya dilakukan pengukuran aliran udara didalam saluran *wind tunnel* menggunakan alat ukur *anemometer*. Penempatan alat ukur ini diletakkan pada setiap *section* yaitu *contraction cone*, *test section*, *diffuser*. Pada *contraction cone* diletakkan empat titik pada penampang depan kanan dan kiri, penampang belakang kanan dan kiri. *Test section* diletakkan dua titik pada penampang belakang kanan dan kiri. *Diffuser* diletakkan dua titik pada penampang belakang kanan dan kiri. Untuk skema lebih jelasnya terlihat pada skema dibawah ini.

*Computational fluid dynamics* (CFD) adalah suatu pemrograman computer tentang pergerakan fluida yang dilakukan dengan menggunakan sebuah perangkat lunak *software*, program ini juga mempunyai suatu alat yang sangat fleksibel, memiliki tingkat akurasi hampir sempurna dan penggunaan aplikasi yang sangat luas. CFD bisa mengoptimalkan sebuah desain dan membantu para drafter mengenai informasi hasil prediksi kuantitatif yang sangat akurat dan hasil kualitatif juga dapat memunculkan peluang - peluang tak terduga yang bisa terlewatkan parah analisis teknik yang berpengalaman yang ada dari sebuah desain tersebut.[6]

Pemodelan CFD pada umumnya ada tiga langkah yang digunakan yaitu *pre-processing*, *processing*, *post processing*. *Pre-processing* yaitu suatu proses awal pembuatan/ perbaikan desain dari geometri dan *mesh generation* dari suatu proses yang akan di kerjakan, *processing* yaitu suatu proses *set-up* kondisi batas-batas dan solusi saat pengerjaan dari suatu proses. *Post-processing* yaitu suatu proses dari penampilan hasil yang sudah di kerjakan [7].

(a)

(b)

Gambar 1. (a) Skema pengukuran RPM pada kipas hisap aksial, (b) Skema pengukuran *Inlet velocity*

Aliran laminar ditandai dengan lintasan partikel fluida sepanjang lintasan yang halus dan membentuk lapisan- lapisan tertentu. lintasan partikel yang berurutan mengikuti lintasan yang benar, laju aliran sedang guratan zat pewarna

lebih besar berfluktuasi mengikuti ruang dan waktu gerakan garis putus - putus dengan perilaku tak beraturan yang muncul pada guratan maka aliran ini disebut aliran transisi, laju aliran besar guratan zat pewarna kabur dan menyebar ke semua pipa dengan pola yang acak maka aliran ini disebut aliran turbulen ditandai dengan campuran antara lapisan- lapisan fluida yang berbeda terjadi pada harga bilangan *Reynolds* yang lebih tinggi, pada jenis aliran ini dimana hampir tidak terdapat garis edar tertentu yang dapat dilihat [8]. aliran laminar adalah suatu aliran fluida yang

pergerakan partikel dari fluida itu sejajar dengan arah garis arus. Partikel – partikel pada aliran laminar bergerak seperti sepanjang lintasan yang lancar dan halus dan terjadi jika *reynold number* yang rendah, gaya viscous dominasi dan karakteristik aliran memiliki pergerakan konstan[9]

Perhitungan reymold number

*Reynold number* merupakan sebuah bilangan tak berdimensi dan sangat penting bagi dinamika fluida. Saat ini

*reynold number* menjadi parameter dalam berbagai aliran.dan untuk menentukan bentuk pola suatu aliran.[10]

$\rho \cdot v \cdot l / \mu = Re$	(1)
-----------------------------------	-----

**Table 1.**

Dimana :

v = Kecepatan fluida (m/s) l = panjang aliran (m)

$\rho$  = massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>)  $\mu$  = Viskositas fluida (kg/m.s)

## Hasil dan Pembahasan

### A. Hubungan Simulasi Dan Aktual

Untuk membandingkan hasil V secara actual dan V simulasi

#### a. Grafik hasil perbandingan V actual dengan V simulasi

3.2	3.6
1.4 1.45	1.3

**Table 2.**

Gambar 2. Grafik hubungan V actual dan V simulasi dengan inlet velocity 1,4 m/s

Pada gambar diatas merupakan hasil perbandingan antara kecepatan actual dan kecepatan dengan simulasi menggunakan *software solidwork 2018 flow simulation* dengan *inlet velocity* 1,4 m/s. warna biru merupakan kecepatan secara simulasi dan warna orange kecepatan secara actual. Pada pengujian actual pengukuran dilakukan pada enam titik di *windtunnel* sedangkan pada simulasi pada sepanjang saluran di dalam *windtunnel*.

7.6	8.5
2.6 4	3.8

**Table 3.**

b. Grafik hasil perbandingan V actual dengan V simulasi

Gambar 3. Grafik hubungan V actual dan V simulasi dengan inlet velocity 2,6 m/s

Pada gambar diatas merupakan hasil perbandingan antara kecepatan actual dan kecepatan dengan simulasi menggunakan *software solidwork 2018 flow simulation* dengan *inlet velocity* 2,6 m/s. warna biru merupakan kecepatan secara simulasi dan warna orange kecepatan secara actual. Pada pengujian actual pengukuran dilakukan pada enam titik di *windtunnel* sedangkan pada simulasi pada sepanjang saluran di dalam *windtunnel*.

c. Grafik hasil perbandingan V actual dengan V simulasi

Gambar 4. Grafik hubungan V actual dan V simulasi dengan inlet velocity 3,9 m/s

Pada gambar diatas merupakan hasil perbandingan antara kecepatan actual dan kecepatan dengan simulasi menggunakan *software solidwork 2018 flow simulation* dengan *inlet velocity* 3,9 m/s. warna biru merupakan kecepatan secara simulasi dan warna orange kecepatan secara actual. Pada pengujian actual pengukuran dilakukan pada enam titik di *windtunnel* sedangkan pada simulasi pada sepanjang saluran di dalam *windtunnel*.

d. Grafik Hasil Perbandingan V Actual dengan V Simulasi

Gambar 5. Grafik hubungan V actual dan V simulasi dengan inlet velocity 4,2 m/s

Pada gambar diatas merupakan hasil perbandingan antara kecepatan actual dan kecepatan dengan simulasi menggunakan *software solidwork 2018 flow simulation* dengan *inlet velocity* 4,2 m/s. warna biru merupakan kecepatan secara simulasi dan warna orange kecepatan secara actual. Pada pengujian actual pengukuran dilakukan pada enam titik di *windtunnel* sedangkan pada simulasi pada sepanjang saluran di dalam *windtunnel*.

B. Visualisa pola aliran di wind tunnel

Secara Actual

Gambar 6. (a) Simulasi pola aliran udara dengan *honeycomb*, (b) Simulasi pola aliran udara tanpa *honeycomb*

Secara Simulasi Di *Software Solidwork 2018 FlowSimulation*

Gambar 7. Simulasi pola aliran udara pada *software solidwork 2018 flow simulation*

Dari semua gambar grafik diatas merupakan perbandingan hasil kecepatan simulasi dan hasil kecepatan actual secara umum memiliki pola yang sama yaitu pada panjang aliran 0,5 m sampai 1,5 m terjadi kecepatan yang tinggi dan merupakan pada daerah tersebut terjadi di *contraction cone* penampang belakang dan *test section* dan setelah daerah tersebut pola aliran dengan kecepatan rendah dan merupakan daerah *diffuser*. Pada daerah *contraction cone* penampang belakang dan *testsection* tersebut terjadi kecepatan yang tinggi dikarenakan bentuk dimensi berbeda yaitu dari luas penampang *contraction cone* yang besar lalu ke luas penampang yang kecil *test section* dan menyebabkan terjadi kecepatan yang tinggi, terjadinya pola aliran tersebut sesuai dengan persamaan kontinuitas yaitu fluida berpindah dari satu titik ke titik yang lain dan menyesuaikan dengan bentuk luasan benda.

Pada semua grafik diatas memiliki perbedaan kecepatan yang jauh dikarenakan pada saat simulasi tidak memasukkan input parameter RPM dari kipas hisap aksial yang digunakan untuk aliran udara

masuk ke dalam wind tunnel, kecepatan pada simulasi merata dan perbedaan lebih kecil sedangkan kecepatan di *wind tunnel* berbeda pada setiap titik. Pada simulasi pengambilan kecepatan pada setiap titik sedangkan pada pengukuran actual hanya beberapa titik.

Pola aliran udara yang mengalir didalam *wind tunnel* simetris dengan diameter kipas hisap aksial sedangkan pola aliran udara mengalir menyebar dengan rata ke semua bagian dari *section*, perbedaan tersebut yang disebabkan karena konstruksi dari *wind tunnel* yang ada di lab mesin umisda kurang presisi yang menyebabkan perbedaan pada penyebaran pola aliran yang ada di dalam *wind tunnel*.

## Kesimpulan

Dari hasil pengujian, pengukuran dan perhitungan *control variable* kecepatan RPM berpengaruh terhadap kecepatan pada setiap *section* dan jenis pola aliran udara didalam saluran *wind tunnel*. Penggunaan *honeycomb* yang ditempatkan di penampang depan *tes section* sangat berpengaruh untuk mengurangi turbulensi. Pada semua grafik diatas memiliki perbedaan kecepatan yang jauh dikarenakan pada saat simulasi tidak memasukkan *input* parameter RPM dari kipas hisap aksial yang digunakan untuk aliran udara masuk ke dalam *wind tunnel*, kecepatan pada simulasi merata dan perbedaan lebih kecil sedangkan kecepatan di *wind tunnel* berbeda pada setiap titik. Pada simulasi pengambilan kecepatan pada setiap titik sedangkan pada pengukuran actual hanya beberapa titik.

Pola aliran udara yang mengalir didalam *wind tunnel* simetris dengan diameter kipas hisap aksial sedangkan pola aliran udara dengan simulasi mengalir menyebar dengan rata ke semua bagian dari *section*, perbedaan tersebut yang disebabkan karena konstruksi dari *wind tunnel* yang ada di lab mesin umisda kurang presisi yang menyebabkan perbedaan pada penyebaran pola aliran yang ada di dalam *wind tunnel*.

## References

- [1] P. B. Surya and A. G. Wailanduw, "Pengaruh Variasi Screen terhadap Intensitas Turbulensi Wind Tunnel Tipe Open Circuit Subsonic di Jurusan Teknik Mesin Unesa," J. Tek. Mesin, vol. 3, pp. 29-37, 2014.
- [2] S. U. Handayani, "Pengembangan dan analisa keseragaman aliran terowongan angin tipe terbuka sebagai sarana pengujian aerodinamika," Semin. Nas. Politek. Negeri Semarang, PNES II, pp. 309-314, 2014.
- [3] Subagyo, M. Muflih, and dan A. Y. Atmojo, "MENGUNAKAN FASILITAS TEROWONGAN ANGIN Data acquisition system of wind turbine power performance testing by using Wind Tunnel Facilities," J. Stand., vol. 17, pp. 129-136, 2015.
- [4] N. Risnawan, F. A. Yohanes, and A. S. K, "KONSISTENSI DAN AKURASI DATA HASIL PENGUKURAN PADA PENGUJIAN AERODINAMIKA MODEL PESAWAT JENIS PENUMPANG SIPIL (AIRLINER) DI WIND TUNNEL BBT3-BPPT," *ejurnal2.bppt.go.id*, vol. 2, p. 2018, 2018, [Online]. Available: <http://ejurnal2.bppt.go.id/index.php/JAERO/article/view/3816/3168>.
- [5] Muchammad, "ANALISIS MOMEN POROS DAN GAYA SAMPING HORN RUDDER BIDANG KENDALI PESAWAT N-XXX MENGGUNAKAN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC," *Momentum*, vol. 15, no. 1, pp. 64-69, 2019.
- [6] I. M. Idris, "RANCANG BANGUN TEROWONGAN ANGIN (WIND TUNNEL) TIPE SUBSONIC DENGAN TEST SECTION 0, 2 X 0, 2 M UNTUK ALAT PERAGA MEKANIKA FLUIDA," *Mechonversio Mech. Eng. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 19-24, 2019.
- [7] F. F. Junaidi, "Analisis distribusi kecepatan aliran sungai musi (ruas jembatan ampera sampai dengan pulau kemaro)." Sriwijaya University, 2014.
- [8] Y. R. Fauzi, "Pengaruh Penambahan Turbocyclone Aksial Terhadap Aliran dan Performa Motor Bakar," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 25-31, 2018.

9. [9] F. A. Naser and M. T. Rashid, "Effect of Reynold Number and Angle of Attack on the Hydrodynamic Forces Generated from A Bionic Concave Pectoral Fins," IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., vol. 745, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/745/1/012026.
10. [10] J. Tu, G. H. Yeoh, and C. Liu, Computational fluid dynamics: a practical approach. Butterworth-Heinemann, 2018.