

**PENGARUH PERUBAHAN DIMENSI SCREEN WIND TUNNEL UNTUK
MENGHASILKAN *EXTERNAL UNIFORM FLOW***

Riska Gusni Prasetyanti¹, Gunawan Sakti², Sukahir³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I No. 73, Surabaya, 60236

Email: riska.gp@gmail.com

Abstrak

Banyak faktor yang mempengaruhi tingkat akurasi penelitian pada penggunaan alat uji *wind tunnel* dan salah satu faktor diantaranya adalah *uniformity*. Aliran udara yang dihasilkan oleh fan memiliki kecepatan yang tidak seragam (*uniform*). Mengubah desain *screen* dengan dimensi tertentu dapat menghasilkan aliran seragam dalam kecepatannya. Penelitian ini dilakukan menggunakan aliran udara *outlet* dari *wind tunnel* tipe *opened circuit wind tunnel*. Perubahan desain *screen* meliputi ketebalan 4 cm, ukuran pori 2 x 2 cm dan 4 x 4 cm. *Screen* diuji dengan aliran udara eksternal dengan kecepatan 5 m/s. Pengambilan data uji *uniformity* dilakukan dengan mengukur kecepatan udara setelah melalui *inlet screen* pada 9 titik penampang melintang alirannya dan dengan jarak uji pada 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm, 180 cm, dan 210 cm.

Setelah melaksanakan pengujian, didapatkan hasil bahwa pada jarak 150 cm, 180 cm, dan 210 cm sudah dapat dijumpai keseragaman aliran udara sedangkan *screen* dengan *screen porosity* 2 x 2 adalah *screen* dengan hasil pengukuran paling optimal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *screen* dengan ketebalan 4 cm dengan *pores* 2 x 2 cm akan optimal dalam menghasilkan aliran udara yang seragam pada jarak 150 cm hingga 210 cm.

Kata Kunci: *Screen, wind tunnel, uniformity, dimensi*

Abstract

Many factors affect the level of research accuracy on the use of wind tunnel test equipment and one of the factors is uniformity. The air flow generated by the fan has a non-uniform velocity. Changing the screen design with certain dimensions can produce a uniform flow in its speed. This research was conducted using the outlet air flow from the wind tunnel type opened circuit wind tunnel. Screen design changes include a thickness of 4 cm, pore size 2 x 2 cm and 4 x 4 cm. The screen is tested with an external airflow at a speed of 5 m/s. The uniformity test data was collected by measuring the air velocity after passing through the inlet screen at 9 points of the flow cross section and with test distances at 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm, 180 cm, and 210 cm.

After carrying out the test, it was found that at a distance of 150 cm, 180 cm, and 210 cm, uniformity of air flow can be found, while the screen with 2 x 2 porosity is the screen with the most optimal measurement results. So it can be concluded that a screen with a thickness of 4 cm with pores of 2 x 2 cm will be optimal in producing uniform airflow at a distance of 150 cm to 210 cm.

Keywords: *Screen, wind tunnel, uniformity, dimension*

PENDAHULUAN

Aerodinamika merupakan cabang ilmu dari dinamika fluida dan dinamika gas yang berkaitan dengan kajian pergerakan udara, khususnya ketika udara tersebut berinteraksi dengan benda padat. Banyak bentuk dari penerapan ilmu aerodinamika, salah satunya adalah *wind tunnel*. *Wind tunnel* merupakan alat yang memiliki bentuk seperti tabung atau lorong yang umumnya digunakan dalam penelitian aerodinamika guna mengkaji fenomena yang timbul pada saat terjadi pergerakan udara dengan kecepatan tertentu yang melewati suatu benda padat (*solid objects*) (Surya & Wailanduw, 2014).

Wind tunnel merupakan alat dengan sistem yang terdiri dari berbagai komponen, salah satunya adalah *screen*. Fungsi *screen* adalah mengurangi tebal lapis batas dan meningkatkan keseragaman aliran (Singh, Singh, & Yadav, 2013). *Screen* memiliki efek negatif pada aliran, hal ini disebabkan karena *screen* adalah penghalang yang dapat menghambat aliran udara bebas. Aliran udara harus melewati *screen* yang terletak pada *settling chamber* untuk mencapai *test section*. Aliran udara yang tidak seragam lalu bertabrakan dengan *screen* akan berkurang kecepatannya sehingga aliran udara setelah melalui *screen* akan menjadi seragam (sejajar sumbu x) dalam kecepatannya.

Dalam pelaksanaan penelitian, banyak faktor yang mempengaruhi tingkat akurasi hasil penelitian diantaranya adalah *uniformity*. *Uniformity* pada *wind tunnel* adalah aliran datang sebelum masuk pada bagian *test section* yang harus memiliki aliran yang seragam dalam kecepatannya sehingga mampu memberikan hasil pengujian yang optimal pada benda uji pada *test section* sebuah *wind tunnel*. Aliran udara yang seragam bergerak secara teratur dan

kecepatannya akan relatif konstan. Partikel tidak memotong atau menyilang satu sama lain.

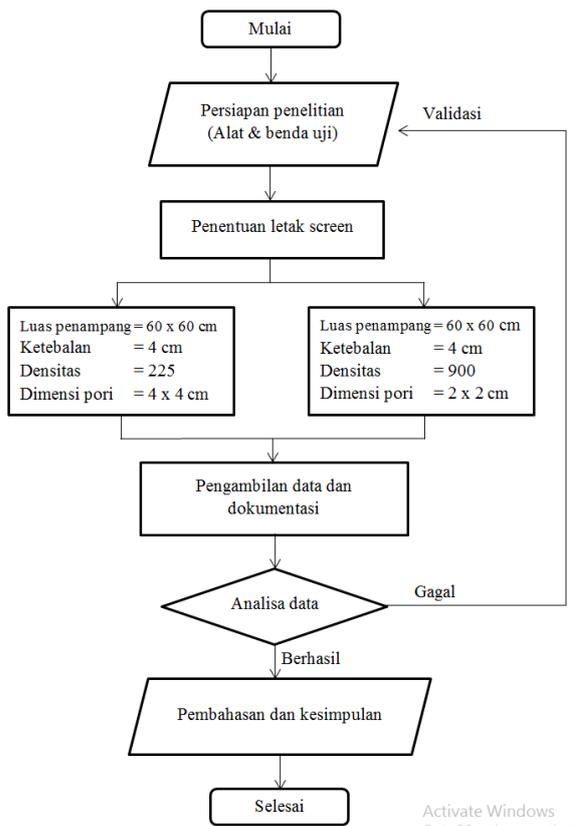
Patria dan Wailindauw (2014) dalam penelitiannya mengenai pengaruh variasi *screen* terhadap Intensitas Turbulensi *Wind Tunnel* Tipe *Open Circuit Subsonic* menunjukkan bahwa *screen* dapat menurunkan tingkat ketinggian intensitas turbulensi. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa intensitas turbulensi paling rendah dihasilkan oleh aliran udara yang diuji dengan *wind tunnel* menggunakan 3 *screen*. Semakin kecil pori-pori dari *screen* maka intensitas turbulensinya akan semakin rendah.

Setelah meninjau masalah diatas, maka dilakukan penelitian dengan melakukan perubahan pada dimensi *screen wind tunnel*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perubahan dimensi, ketebalan, dan jumlah pori-pori dari *screen* terhadap aliran udara yang telah melalui *screen* dan untuk mengetahui pengaruh setiap perubahan dimensi *screen* terhadap kecepatan udara yang melaluinya.

METODE

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental. Menurut KBBI, eksperimen adalah percobaan yang sistematis dan berencana untuk membuktikan kebenaran suatu teori atau hipotesis. Penelitian eksperimental dilakukan untuk mengetahui hubungan sebab akibat yang tercipta antar variabel. Penelitian eksperimen akan meneliti pengaruh suatu perlakuan tertentu terhadap sebuah variabel dibandingkan dengan variabel lain dengan perlakuan yang berbeda.



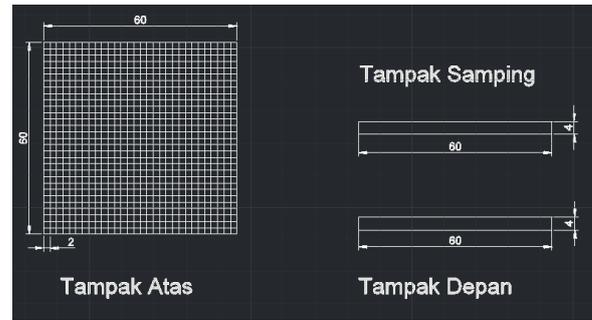
Gambar 1. Alur Penelitian

Variabel Penelitian

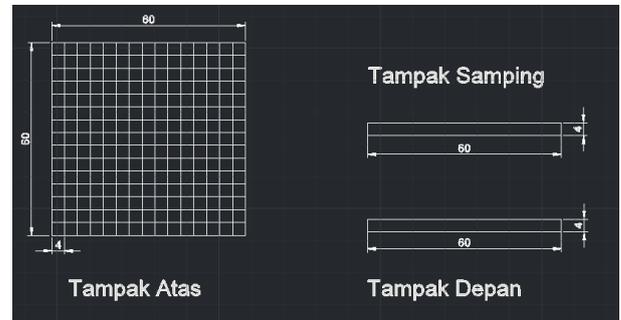
Perubahan desain *screen* dengan dimensi tertentu dapat dilakukan sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan aliran udara yang seragam dalam kecepatannya. Pada penelitian ini, perubahan desain *screen* meliputi ketebalan *screen* (ketebalan penampang), jumlah pori-pori *screen*, dan dimensi pori. Dengan perubahan desain demikian, diperkirakan bahwa semakin tebal penampang dan semakin rapat densitas maka aliran udara akan semakin *uniform*.

Benda Uji	Dimensi Screen				Aliran Udara	Kecepatan aliran udara	Jenis Pengujian (Kuantitatif)
	Luas Penampang	Tebal Screen	Densitas	Dimensi pori			
Screen A	60 x 60 cm	4 cm	225	4x4 cm	Eksternal	5m/s	Uniformity test
Screen B			900	2x2 cm			

Gambar 2. Variabel Penelitian



(a)



(b)

Gambar 3.3 Desain Modifikasi *Wind Tunnel Screen*
 (a) Dimensi Pori 4 x 4 cm (b) Dimensi Pori 2 x 2 cm

Instrumen Penelitian

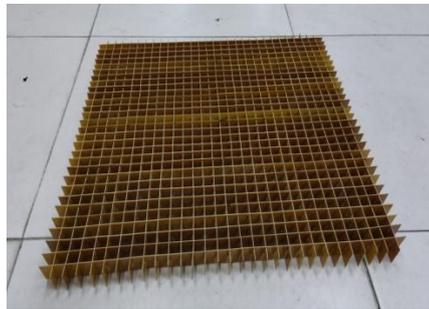
Pada penelitian ini, instrumen yang dibutuhkan adalah *wind tunnel*, *screen*, dan anemometer. Pertama, *wind tunnel* yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe *openend circuit wind tunnel* (terowongan angin rangkaian terbuka) seperti yang tampak pada gambar 3.



Gambar 3. *Wind Tunnel*

Kedua, *screen* yang digunakan adalah *screen* yang telah di modifikasi dimensinya. *Wind tunnel screen* dimodifikasi menggunakan bahan *fiber glass* yang dapat dilihat pada gambar 4 (a). *Fiber glass* dipilih karena pembuatannya yang lebih efisien

namun masih bersifat tipis dan tidak terlalu lentur ataupun terlalu kaku sehingga struktur screen tidak akan berubah dan rusak ketika *wind tunnel* beroperasi, bertabrakan dengan udara, dan tahan guncangan. Untuk menunjang penelitian, *screen* dipasang pada kusen besi yang diletakkan tepat didepan *exhaust wind tunnel* seperti pada gambar 4 (b).



(a)



(b)

Gambar 4. *Screen* modifikasi

(a) *Screen* terbuat dari *fiber* (b) *Screen* yang telah dipasang pada kusen besi

Dan untuk anemometer yang digunakan adalah anemometer jenis *Hot-Wire Anemometers*. Penelitian ini menggunakan anemometer Smart Sensor AR866 Hot-Film Anemometer yang dapat dilihat pada gambar 5 (a). *Hot-Wire Anemometers* memiliki frekuensi dan resolusi yang cukup tinggi sehingga perhitungannya akan lebih tepat dan akurat. Anemometer jenis ini juga dipilih karena sensornya yang kecil sehingga efisien untuk mengukur kecepatan angin dengan uji *uniformity*. Pada saat pengujian, anemometer diletakkan pada tripod untuk menghindari

kesalahan saat pengambilan data seperti yang dapat ditinjau pada gambar 5 (b).



(a)

(b)

Gambar 5. *Anemometer*

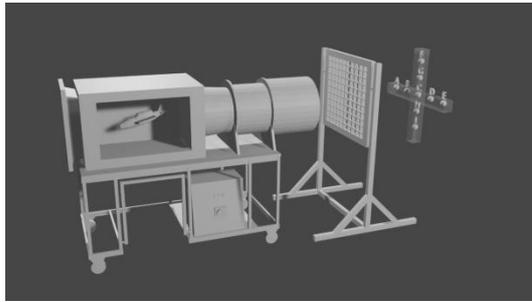
(a) Anemometer (b) Anemometer yang dipasang pada *Tripod*

Teknik Pengumpulan dan Analisa Data

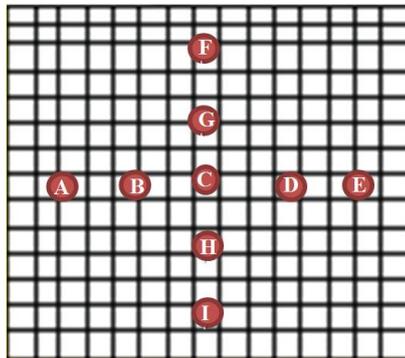
Dapat dilihat pada gambar 6, pengambilan data uji *uniformity* dilakukan dengan mengukur kecepatan udara setelah melalui *screen* pada 9 titik penampang melintang. 9 titik tersebut meliputi 5 garis horizontal dan 4 garis vertikal seperti yang bisa dilihat lebih *detail* pada gambar 7. Uji *uniformity* dilakukan sebanyak 7 jarak dengan masing-masing jarak 30 cm, 60 cm, dan 90 cm, 120 cm, 150 cm, 180 cm, 210 cm.

Dikarenakan perubahan aliran udara yang sangat dinamis dan untuk meminimalisir terjadinya *human error*, maka dilakukan pengambilan data setiap 5 detik sekali pada setiap titiknya sebanyak 26 kali yang kemudian akan dicari rata-ratanya sebagai nilai akhir dari kecepatan titik tersebut.

Untuk mengetahui perbedaan aliran udara sebelum dan setelah melalui *screen*, maka dilakukan juga pengukuran kecepatan aliran udara sebelum melalui *screen*. Aliran udara yang diukur adalah aliran udara yang berada diantara *screen* dan *wind tunnel exhaust*.



Gambar 6. Rancangan *Uniformity Test*



Gambar 7. Titik Uji *Uniformity*

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di *Aerodynamic Shop*, hangar AMTO 147D/10 Politeknik Penerbangan Surabaya. Waktu pelaksanaannya meliputi studi pada bulan Desember 2020 – Januari 2021 kemudian dilanjutkan dengan pengambilan data dan pada bulan Februari – selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Sebelum melaksanakan pengukuran aliran udara yang telah melalui *screen*, untuk perbandingan dan mengetahui perubahannya dilakukanlah pengukuran aliran udara sebelum melalui *screen*. dari tabel 1, dapat dilihat bahwa aliran udara yang dihasilkan *wind tunnel* sebelum melalui *screen* yang mengalami perubahan dimensi memiliki aliran udara yang tidak seragam.

Tabel 1. Hasil Uji *Screen Pores 4 x 4 cm*

Jarak Titik Uji	Titik Uji								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Sebelum Screen	7,80	6,51	2,23	5,68	6,38	11,32	6,40	6,78	8,63

Dapat dilihat pada tabel 2, merupakan hasil dari uji *uniformity* dengan *screen pores 4 x 4 cm* dengan 9 titik dengan menggunakan 7 jarak uji yaitu 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm, 180 cm, dan 210 cm dari *screen*.

Tabel 2. Hasil Uji *Screen Pores 4 x 4 cm*

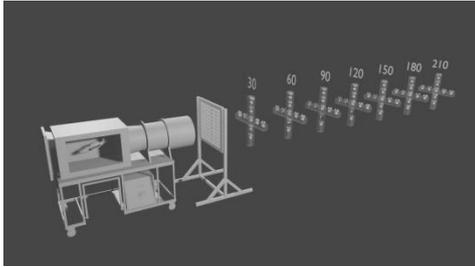
Jarak Titik Uji	Titik Uji								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
30 cm	8,23	5,17	1,30	4,81	5,77	10,09	3,27	6,13	6,90
60 cm	5,27	6,20	2,87	5,57	4,84	8,68	5,05	5,58	6,15
90 cm	5,33	6,10	3,68	4,43	5,38	4,57	5,91	4,90	4,58
120 cm	5,71	6,56	5,09	4,44	4,89	4,59	5,83	4,92	4,27
150 cm	5,83	6,26	5,33	4,77	4,78	4,34	5,70	4,93	4,10
180 cm	2,54	4,68	5,48	5,17	4,38	5,71	5,49	5,26	4,64
210 cm	3,33	3,57	3,79	4,33	4,43	3,74	2,71	4,28	4,15

Dapat dilihat pada tabel 4.3, merupakan hasil dari uji *uniformity screen pores 2 x 2 cm* dengan 9 titik dengan menggunakan 7 jarak uji yaitu 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm, 180 cm, dan 210 cm dari *screen*.

Tabel 3. Hasil Uji *Screen Pores 2 x 2 cm*

Jarak Titik Uji	Titik Uji								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
30 cm	8,23	5,17	1,30	4,81	5,77	10,09	3,27	6,13	6,90
60 cm	5,27	6,20	2,87	5,57	4,84	8,68	5,05	5,58	6,15
90 cm	5,33	6,10	3,68	4,43	5,38	4,57	5,91	4,90	4,58
120 cm	5,71	6,56	5,09	4,44	4,89	4,59	5,83	4,92	4,27
150 cm	5,83	6,26	5,33	4,77	4,78	4,34	5,70	4,93	4,10
180 cm	2,54	4,68	5,48	5,17	4,38	5,71	5,49	5,26	4,64
210 cm	3,33	3,57	3,79	4,33	4,43	3,74	2,71	4,28	4,15

Dapat dilihat pada tabel 3, merupakan hasil dari uji *uniformity screen pores 2 x 2 cm* dengan 9 titik dengan menggunakan 7 jarak uji yaitu 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm, 180 cm, dan 210 cm dari *screen*.



Gambar 8. Visualisasi 7 Jarak Uji *Uniformity*

Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian, dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3, bahwa tabel menunjukkan perbedaan keseragaman aliran yang cukup signifikan jika dibandingkan satu dengan yang lain. Aliran udara dapat dinyatakan seragam apabila memiliki kecepatan yang mendekati atau nyaris sama pada setiap titik uji dari ke-9 titik. Seperti yang dapat dilihat pada *porosity* 4 x 4 jarak uji 30 cm, masih terdapat perbedaan yang jauh antara titik satu dengan lainnya yang dibuktikan dengan perbandingan angka yang cukup jauh pada tabel, sehingga untuk *porosity* 4 x 4 dan pada jarak 30 cm, aliran udara dinyatakan belum seragam.

Setelahnya dapat dibandingkan antara *porosity* 2 x 2 dengan 4 x 4 pada tabel 2 dan tabel 3, terdapat perbedaan pengukuran aliran udara yang cukup signifikan. Kecepatan yang dihasilkan oleh *screen* dengan *porosity* 2 x 2 lebih stabil dibandingkan dengan 4 x 4, yang artinya *porosity* 2 x 2 menghasilkan aliran udara yang lebih seragam dibandingkan dengan *porosity* 4 x 4. Kemudian dapat dilihat pada tabel 3 antara hasil kecepatan udara jarak uji 150 cm, 180 cm, dan 210 cm pada *porosity* 2 x 2 memiliki tingkat kestabilan yang paling tinggi diantara yang lainnya. Pada jarak 150 cm, semua kecepatan udara berada pada *range* 4 m/s sampai 5 m/s dan berlanjut pada jarak 180 cm dan 210 cm sehingga untuk *porosity* 2 x 2 pada jarak 150 cm, 180 cm dan 210 cm, aliran udara sudah dapat dinyatakan seragam.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, *screen* yang paling optimal untuk menghasilkan aliran udara yang seragam adalah *screen* dengan *porosity* 2 x 2 cm dan jarak yang paling optimal untuk menghasilkan aliran udara adalah pada jarak 150 cm hingga 210 cm.

Saran

Akan lebih baik jika kedepannya dapat dikembangkan lagi. Perubahan material *screen*, perubahan bentuk dari *pores*, atau jika memungkinkan pengujian dilakukan dengan aliran udara internal dan untuk penelitian selanjutnya, jarak uji bisa ditambahkan sehingga bisa mengetahui optimal jarak yang tepat untuk menghasilkan aliran udara yang seragam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] (2020). Diambil kembali dari KBBI.
- [2] Andre Arif Wicaksana, R. W. (2020). Analisa Intensitas Turbulensi Aliran Udara Pada Honeycomb Dengan Penampang Melingkar Untuk Wind Tunnel Subsonic. *CRANKSHAFT, Vol. 3 No. 1 Maret 2020*, 19.
- [3] As'ari, N. H. (2004). *Desain Nozzle Pada Wind Tunnel Dengan Simulasi CFD*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [4] Gorbanian, K. (2011). Experimental investigation on turbulence intensity reduction in subsonic windtunnels. *Aerospace Science and Technology 15*, 137-147.
- [5] Handayani, S. U. (2014). Pengembangan dan Analisa Keseragaman Aliran Terowongan Angin Tipe Terbuka Sebagai Sarana Pengujian

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622-8890

- Aerodinamika. *Prosiding PNES II 2014*, A. 312.
- [6] Khakim, A. R. (2011). *Studi Eksperimental Pengurangan Intensitas Turbulensi dengan Freestream dengan Penempatan Screen pada Opened Circuit Wind Tunnel di Laboratorium Mekanika dan Mesin-Mesin Fluida Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS*. Surabaya.
- [7] Mahesa Agni, M. K. (2015). Analisis Kinerja Terowongan Angin Subsonik Dengan Menggunakan Contraction Cone Polinomial Orde 5.
- [8] Meitri Nelta, A. M. (2019). Rancang Bangun Terowongan Angin Sistem Terbuka Pada Kecepatan Angin 3m/detik. *FTEKNIK Volume 6*, 1.
- [9] NASA. (t.thn.). *Boundary Layer*. Diambil kembali dari National Aeronautics and Space Administration: <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/boundlay.html>
- [10] NASA. (t.thn.). *Opened Return Wind Tunnel and Closed Return Wind Tunnel*. Diambil kembali dari National Aeronautics and Space Administration: <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/tuncret.html>
- [11] Nugroho, B. (2017). Karakteristik Distribusi Temperatur Dan Pola Aliran Udara Dalam Ruangan Dengan Satu Unit Ac Tipe Split Dengan Variasi Kecepatan Udara Inlet Menggunakan Metode CFD. 9.
- [12] Nurul Mahilda, C. E. (2016). Studi Pengaruh Screen Mesh Terhadap Intensitas Turbulensi Pada Terowongan Angin Sirkuit Terbuka. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016*, 147.
- [13] Pope, A. (1954). *Wind-Tunnel Testing*. John Willey & Sons, Inc.
- [14] Ridwan. (2020). *Mekanika Fluida*. [15] Singh, M., Singh, N., & Yadav, S. (2013). Review of Design and Construction of an Open Circuit Low Speed Wind Tunnel. *Global Journal of Research in Engineering Mechanical and Mechanics Engineering Volume 13 Issue 5 version 1*. page 1-21.
- [16] Surya, P. B., & Wailanduw, A. G. (2014). Pengaruh Variasi Screen terhadap Intensitas Turbulensi Wind Tunnel Tipe Open Circuit Subsonic di Jurusan Teknik Mesin Unesa. *JTM. Volume 03 Nomor 02 Tahun 2014*, 29-37, 30.