

DOI: doi.org/10.21009/0305020128

STUDI PENGARUH *SCREEN MESH* TERHADAP INTENSITAS TURBULENSI PADA TEROWONGAN ANGIN SIRKUIT TERBUKA

Nurul Mahilda^{*)}, Cecep E Rustana, Umiatin

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Jakarta
JL. Pemuda No. 10 Rawamangun, Jakarta-13220

^{*)}Email: nurul.mahilda12@gmail.com

Abstrak

Screen mesh merupakan saringan yang terbuat dari kawat yang berfungsi untuk menghilangkan struktur pusaran halus dengan menyamakan variasi kecepatan aliran angin pada terowongan angin. Penambahan *screen mesh* bertujuan untuk mengetahui pengaruh *screen mesh* terhadap nilai intensitas turbulensi pada terowongan angin sirkuit terbuka. Dalam penelitian ini telah dibuat *screen mesh* berjumlah tiga buah dengan masing-masing berdiameter 46.5 cm, 48.5 cm, dan 50.5 cm. Pengujian dilakukan menggunakan *screen mesh* dengan *mesh* berbentuk belah ketupat dengan panjang diagonal 3 mm yang diletakkan pada X/L 0.67, 0.8, dan 0.93. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran intensitas turbulensi antara terowongan angin tanpa *screen mesh*, terowongan angin dengan *honeycomb* dan *screen mesh*, serta terowongan angin dengan *screen mesh* saja sehingga dapat diketahui kualitas aliran pada terowongan angin tersebut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *screen mesh* memiliki kemampuan untuk memperkecil intensitas turbulensi. Terowongan angin yang dipasang menggunakan sebuah *honeycomb* berdiameter sel 6 mm dan 3 buah *screen mesh* memiliki intensitas turbulensi paling rendah yaitu $I \approx 0,0242$.

Kata kunci: terowongan angin, *screen mesh*, intensitas turbulensi.

Abstract

Screen Mesh is a filter made of wire that serves to remove the fine vortex structure by equating the speed variation of wind flow in the wind tunnel. Adding the *screen mesh* is to determine the effect of *screen mesh* to the value of turbulence intensity on open circuit wind tunnel. In this study, it has been made three pieces of *screen mesh* with each diameter of 46.5 cm, 48.5 cm and 50.5 cm. The tests was carried out by using *screen mesh* with rhombic *mesh* with 3 mm diagonal length that placed on X/L 0.67, 0.8, and 0.93. This research was conducted by comparing the results of turbulence intensity measurements between the wind tunnel without *screen mesh*, wind tunnel with *honeycomb* and *screen mesh*, as well as wind tunnel with only *screen mesh* so that we can know the flow quality in the wind tunnel. The test results indicated that the *screen mesh* has the ability to minimize the turbulence intensity. The wind tunnel that is installed using a *honeycomb* cell has 6 mm diameter and the 3 pieces of *screen mesh* has the lowest turbulence intensity that is $I \approx 0,0242$.

Keywords: wind tunnel, *screen mesh*, turbulence intensity.

1. Pendahuluan

Wind tunnel atau terowongan angin digunakan sebagai alat utama dalam berbagai teknik aplikasi, salah satunya pada aerodinamika bangunan [Cermak, 2003]. Dalam penelitian aerodinamis, terowongan angin digunakan untuk mempelajari fenomena yang terjadi pada udara bergerak pada kecepatan tertentu yang melewati suatu benda padat.

Di Laboratorium Mekanik Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Jakarta telah dibuat terowongan angin yang dapat digunakan sebagai sarana pengembangan bidang aerodinamika khususnya peminatan turbin angin. Tipe terowongan angin yang dibuat adalah jalur terbuka, tipe ini digunakan dengan beberapa pertimbangan,

antara lain karena biaya yang diperlukan untuk pengembangan terowongan angin tipe terbuka lebih murah dibandingkan dengan tipe tertutup [Mehta dan Bradshaw, 1979] dan luas bangunan yang dibutuhkan lebih kecil dibandingkan dengan tipe tertutup [Ramkissoon dan Manohar, Quoc, 2014].

Hasil pengujian model pada terowongan angin sangat dipengaruhi oleh kualitas aliran yang dihasilkan. Kualitas aliran pada terowongan angin ditunjukkan oleh keseragaman aliran dan intensitas turbulensi. Turbulensi adalah gerakan partikel yang sangat tidak teratur dalam suatu aliran fluida yang sangat sulit untuk diperkirakan gerakannya. Intensitas turbulensi merupakan tingkat atau besar fluktuasi turbulensi dalam aliran yang menunjukkan

semakin besar nilai intensitas turbulensinya maka fluktuasi kecepatan turbulen juga semakin besar.

Romy (2015) dalam penelitiannya tentang desain terowongan angin sirkuit terbuka dengan variasi panjang *honeycomb* mendapatkan nilai intensitas turbulensi sebesar, $I = 0.106$. Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa intensitas turbulensi yang didapat masih cukup besar karena untuk desain terowongan angin yang baik pada umumnya $I \approx 0.01$ [Munson et.al., 2002].

Intensitas turbulensi dapat direduksi dengan menambahkan *screen mesh* pada *open circuit subsonic wind tunnel* [Arif R Khakim, 2011]. *Screen mesh* merupakan komponen yang digunakan untuk meningkatkan kualitas aliran di bagian *test section* dengan mengubah aliran *non-uniform* menjadi *uniform*. *Screen mesh* berfungsi untuk mengurangi tebal lapis batas dan meningkatkan keseragaman aliran [Singh dkk, 2013].

Setelah melihat masalah di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh *screen mesh* terhadap intensitas turbulensi pada *wind tunnel* tipe *open circuit* di Jurusan Fisika FMIPA UNJ untuk mengembangkan desain terowongan angin yang sudah ada. Sehingga peneliti mengambil judul skripsi “Studi Pengaruh *Screen Mesh* terhadap Intensitas Turbulensi pada Terowongan Angin Sirkuit Terbuka”.

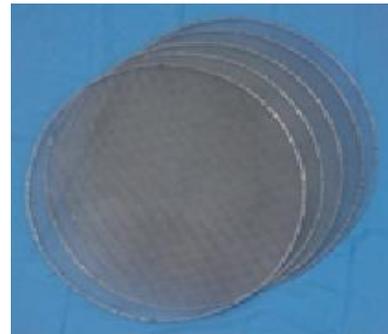
Tujuan penelitian ini yaitu mendesain *screen mesh* agar menghasilkan intensitas turbulensi yang lebih kecil untuk mengetahui pengaruh *screen mesh* terhadap intensitas turbulensi pada redesain terowongan angin sirkuit terbuka di laboratorium Energi Jurusan Fisika UNJ.

Manfaat dari penelitian ini adalah mengembangkan terowongan angin untuk pengujian yang lebih efektif serta mengetahui pengaruh *screen mesh* dengan meredesain terowongan angin sederhana sehingga mampu menghasilkan intensitas turbulensi lebih kecil.

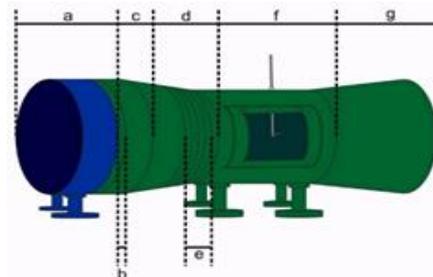
2. Metode Penelitian

Pada eksperimen ini *screen mesh* yang digunakan memiliki mesh berbentuk belah ketupat dengan diagonal *mesh* 3 mm dengan masing-masing berdiameter 46.5 cm, 48.5 cm, dan 50.5 cm. Variasi peletakkan *screen mesh* X/L yaitu 0.67, 0.8, dan 0.93.

Tahap awal yang dilakukan yaitu mempersiapkan alat dan bahan serta membuat *screen mesh* berbentuk lingkaran sesuai dengan bentuk dari *contraction section*, keliling *screen mesh* diberi baja ringan sebagai kerangka agar *screen mesh* tidak melengkung.



Gambar 1. Screen Mesh



Gambar 2. Desain Terowongan Angin

Keterangan :

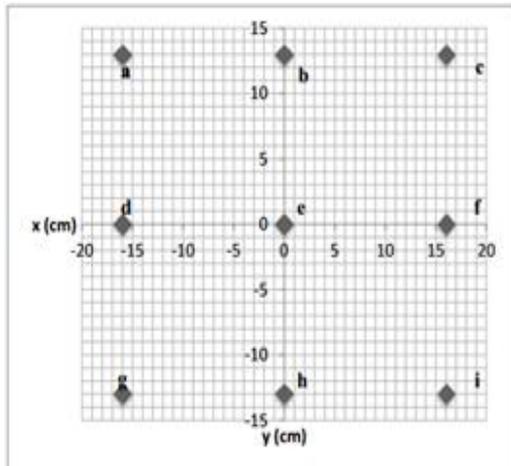
- a. Blower
- b. *Honeycomb* $\rightarrow d_{set} = 6 \text{ mm}$, $p_{sel} = 6 \text{ cm}$
- c. *Settling chamber* $\rightarrow d = 56.4 \text{ cm}$
- d. *Contraction* $\rightarrow p = 30 \text{ cm}$
- e. *Screen mesh* $\rightarrow 3 \text{ buah}$
- f. *Test section* $\rightarrow d = 46 \text{ cm}$, $p = 50 \text{ cm}$
- g. *Diffuser* $\rightarrow p = 40 \text{ cm}$

Selanjutnya menguji *screen mesh* pada terowongan angin, jika ukuran *screen mesh* tidak sesuai dan terjadi kerusakan maka dilakukan pembuatan *screen mesh* baru. Namun jika pengujian sukses dilakukan maka tahap selanjutnya yaitu pengambilan data. Tahap awal pengambilan data yaitu memasang anemometer pada statif yang berada di *test section*, kemudian memasang *honeycomb* dan atau *screen mesh* dengan variasi jumlah *screen mesh*. Peletakkan *screen mesh* sesuai dengan X/L yang telah ditentukan sesuai tabel 1.

Tabel 1. Posisi Peletakkan Screen Mesh

No.	Jenis dan Jumlah	X/L
1.	Tanpa <i>screen mesh</i>	-
2.	1 SM	0,93
3.	2 SM	0,8; 0,93
4.	3 SM	0,67; 0,8; 0,93
5.	1 SM + <i>Honeycomb</i>	0,93
6.	2 SM + <i>Honeycomb</i>	0,8; 0,93
7.	3 SM + <i>Honeycomb</i>	0,67; 0,8; 0,93

Selanjutnya mengukur kecepatan angin pada 9 titik yang berbeda dengan masing-masing titik dilakukan 10 kali pengambilan data per 10 detik tiap datanya.



Gambar 3. Koordinat titik pengambilan data kecepatan angin (Stepfhani, 2014)

Data hasil eksperimen dihitung menggunakan Ms. Office Excel hingga menghasilkan nilai intensitas turbulensi. Intensitas turbulensi ini merupakan ukuran dari level turbulensi dan didefinisikan sebagai berikut;

$$I = \frac{\sigma}{U} \quad (1)$$

dengan

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \left\{ \sum_{i=1}^N x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N x_i)^2}{N} \right\}} \quad (2)$$

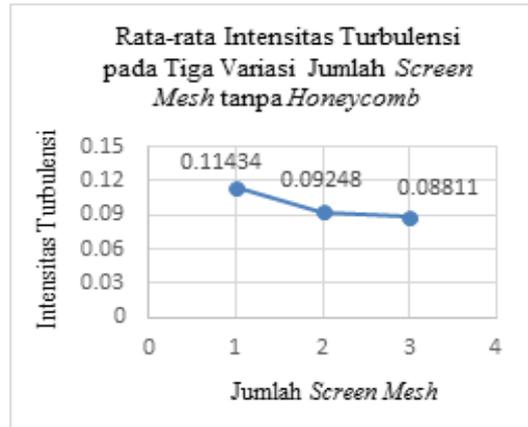
dan

$$\bar{U} = \frac{(\sum_{i=1}^N x_i)}{N} \quad (3)$$

Dimana: I = nilai intensitas turbulensi
 U = rata-rata kecepatan angin
 N = jumlah data yang diambil
 x_i = jumlah kecepatan angin
 σ = standar deviasi variasi V-angin

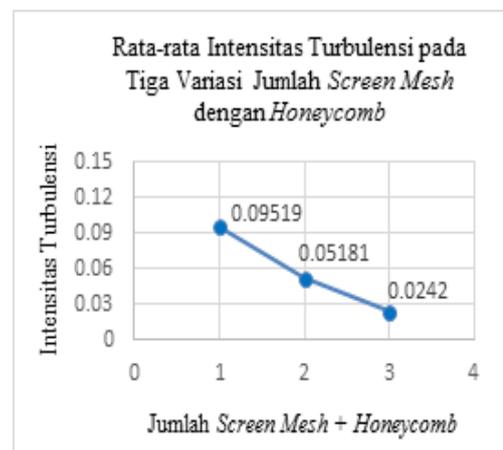
3. Hasil dan Pembahasan

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara jumlah pemasangan *screen mesh* terhadap intensitas turbulensi yang dihasilkan.



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Intensitas Turbulensi dengan Jumlah SM

Pada pemasangan tiga buah *screen mesh* memiliki intensitas turbulensi sebesar 0,08811. Intensitas turbulensi ini merupakan intensitas turbulensi paling kecil jika dibandingkan dengan intensitas turbulensi yang dihasilkan pada pemasangan satu dan dua buah *screen mesh* yaitu sebesar 0,11434 dan 0,09248. Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa *screen mesh* berpengaruh terhadap intensitas turbulensi pada terowongan angin dan penambahan jumlah *screen mesh* dalam penelitian ini hingga tiga buah, dapat memperkecil intensitas turbulensi pada terowongan angin.



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Intensitas Turbulensi dengan Jumlah SM + Honeycomb

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara jumlah pemasangan *screen mesh* dan *honeycomb* terhadap intensitas turbulensi yang dihasilkan. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa intensitas turbulensi tekecil dihasilkan pada pemasangan *honeycomb* dan tiga buah *screen mesh* pada terowongan angin yakni sebesar 0,0242.

Jika kita bandingkan gambar 4 dan gambar 5 pada masing-masing jumlah *screen mesh* maka

dapat dilihat bahwa dengan penambahan sebuah *honeycomb* dihasilkan intensitas turbulensi yang lebih kecil. Hal ini dikarenakan sebelum aliran udara melewati *screen mesh*, aliran udara akan terlebih dahulu melewati *honeycomb* untuk diseragamkan aliran udaranya. Setelah itu aliran tersebut akan disamakan variasi kecepatan anginnya oleh *screen mesh* dengan menghilangkan pusaran halus pada aliran udara tersebut.

Tabel 2. Intensitas Turbulensi Hasil Pengujian

No.	Jenis dan Jumlah	V rata-rata (m/s)	Intensitas Turbulensi
1.	Tanpa <i>screen mesh</i>	10,43	0,10606
2.	1 SM	11,30	0,11434
3.	2 SM	9,95	0,09248
4.	3 SM	8,85	0,08811
5.	1 SM + <i>Honeycomb</i>	3,50	0,09519
6.	2 SM + <i>Honeycomb</i>	3,34	0,05181
7.	3 SM + <i>Honeycomb</i>	3,06	0,02420

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui bahwa rata-rata kecepatan angin pada terowongan angin tanpa *screen mesh* [Romy, 2015] lebih kecil dibandingkan dengan rata-rata kecepatan angin pada terowongan angin dengan penempatan sebuah *screen mesh*. Hal ini juga berpengaruh terhadap intensitas turbulensi yang dihasilkan. selain itu, penambahan jumlah *screen mesh* akan memperkecil rata-rata kecepatan angin, terlebih saat ditambahkan *honeycomb*. Semakin banyak *screen* yang dipasang maka aliran udara yang melewatinya akan semakin diarahkan ke sumbu x sehingga fluktuasi kecepatan semakin kecil, aliran menjadi lebih *uniform* dan memiliki intensitas turbulensi yang kecil.

Menurut teori, semakin tinggi kecepatan fluida maka aliran akan semakin turbulensi sehingga fluktuasinya semakin besar. Hal ini akan mengakibatkan nilai intensitas turbulensi yang semakin besar. Hal itu terbukti pada penelitian ini, berdasarkan tabel 2 penurunan rata-rata kecepatan angin juga menurunkan intensitas turbulensi yang dihasilkan. Intensitas turbulensi terkecil sebesar 0,02420 dihasilkan pada penempatan *honeycomb* dan tiga buah *screen mesh* (3 SM + *Honeycomb*) dengan kecepatan angin rata-rata 3,06 m/s.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa *screen mesh* memiliki kemampuan untuk memperkecil intensitas turbulensi pada *test section* dan pemasangan tiga buah *screen mesh* serta *honeycomb* menghasilkan intensitas turbulensi paling rendah yang divariasikan pada X/L 0.67, 0.8, dan 0.93.

Ucapan Terimakasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Cecep E.Rustana, Ph.D dan Umiatin, M.Si atas semua bimbingan dan diskusi selama penelitian, serta seluruh rekan-rekan Fisika 2012 dan Laboran Laboratorium Energi Jurusan Fisika Universitas Negeri Jakarta.

Daftar Acuan

- [1.] Bruce R. Munson, Donald F. Young, Theodore H. Okiishi. 2002. *Fundamentals of Fluid Mechanics*. Chicester: John Wiley & Sons.
- [2.] Cermak, J.E., 2003. *Wind Tunnel development and trends in applications to civil engineering*. *J. Wind Eng. Ind. Aerodyn.* 91(3), 355 – 370.
- [3.] Mehta, R.D., P. Bradshaw. 1979. "Design rules for small low-speed wind tunnels". *Aeronautical Journal*. 443-449.
- [4.] Noval, M Romy. 2016. *Pengembangan Desain Terowongan Angin Sirkuit Terbuka dengan Tiga Variasi Panjang Honeycomb*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- [5.] Patria Bagus S, A. Grummy Wallanduw. *Pengaruh Variasi Screen terhadap Intensitas Turbulensi Wind Tunnel Tipe Open Circuit Subsonic di Jurusan Teknik Mesin Unesa*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- [6.] Ramkisson R, Manohar K. 2014. Design and Calibration of a Low Speed Terowongan Angin. *British Journal of Applied Science and Technology* 4(20) page 2878 – 2890.
- [7.] Singh M, Singh N, Yadav SK. 2013. "Review of Design and Construction of an Open Circuit Low Speed Terowongan Angin," *Global Journal of Research in Engineering Mechanical and Mechanics Engineering* Volume 13 Issue 5 version 1 page 1-21