

Pengembangan Desain Terowongan Angin Sirkuit Terbuka dengan Tiga Variasi Panjang *Honeycomb*

Yudithia Ardiyani^{1*}, Cecep E Rustana¹, Riser Fahdiran²

¹Prodi Fisika, PFMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia
JL. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia

²Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Jakarta
JL. Pemuda No. 10 Rawamangun, Jakarta-13220

* Penulis Penanggungjawab. E-mail: yudithia23@gmail.com

No. HP : 087880134527

ABSTRAK

Dalam penelitian ini telah dibuat sebuah terowongan angin sirkuit terbuka dengan tiga variasi panjang *honeycomb* menggunakan screenmesh sebagai pengembangan dari desain terowongan angin yang terdapat di Prodi Fisika FMIPA Universitas Negeri Jakarta. Penggunaan tiga variasi panjang *honeycomb* menggunakan *screenmesh* diagonal 3 mm bertujuan untuk menghasilkan terowongan angin tipe terbuka dengan turbulensi sekecil mungkin atau laminar melalui variasi panjang *honeycomb* menggunakan screen mesh. Pada Desain pertama pada Terowongan angin dengan menambahkan screen mesh setelah *honeycomb* memiliki nilai intensitas turbulensi sebesar $I = 0.0242$, sedangkan nilai intensitas turbulensi pada terowongan angin desain kedua, yaitu $I = 0.0221$ pada $p = 6$ cm dengan screenmesh diagonal 3 mm, $I = 0.0218$ pada $p = 4$ cm dengan screenmesh diagonal 3 mm dan $I = 0.0289$ pada $p = 2$ cm dengan screenmesh berdiagonal 3 mm. Dari nilai intensitas turbulensi tersebut diketahui bahwa panjang *honeycomb* menggunakan screenmesh berpengaruh pada kualitas aliran yang dihasilkan terowongan angin, yaitu adanya variasi panjang *honeycomb* menggunakan screenmesh diagonal ke ukuran yang lebih kecil mampu memperkecil intensitas turbulensinya.

Kata Kunci : terowongan angin; screen mesh; intensitas turbulensi; laminar

ABSTRACT

In this research, an open circuit wind tunnel with three long variations of honeycomb using screenmesh was developed from the wind tunnel design in the Physics Study Program, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, State University of Jakarta. The use of three variations of honeycomb length using a 3 mm diagonal screenmesh aims to produce open-type wind tunnels with the smallest possible turbulence or laminar through a long variation of honeycomb using screen mesh. The first design on the wind tunnel by adding screen mesh after honeycomb has turbulence intensity value of $I = 0.0242$, while the turbulence intensity value in the second design wind tunnel, that is $I = 0.0221$ at $p = 6$ cm with 3 mm diagonal screenmesh, $I = 0.0218$ at $p = 4$ cm with a 3 mm diagonal screenmesh and $I = 0.0289$ at $p = 2$ cm with a 3 mm diagonal screen. From the value of turbulence intensity it is known that the length of honeycomb using screenmesh effect on the flow quality generated by wind tunnel, that is the variation of honeycomb length using screen diagonal to smaller size can minimize turbulence intensity.

Keywords: wind tunnel; screen mesh; turbulence intensity; laminar

1. Pendahuluan

Wind Tunnel atau terowongan angin adalah peralatan yang digunakan untuk melakukan pengujian aerodinamika terhadap sebuah model, seperti pesawat atau mobil [1]. Sebuah wind tunnel diharapkan mampu menghasilkan aliran udara yang memiliki intensitas rendah. Wind tunnel biasanya digunakan untuk menggambarkan sebuah kondisi aliran udara terhadap suatu model dan juga dapat digunakan untuk mempelajari karakteristik dari suatu aliran udara.

Salah satu tipe wind tunnel yang kita kenal adalah *open-circuit tunnel* (*Terowongan Angin Tipe Terbuka*). Open circuit tunnel didefinisikan sebagai tipe terowongan angin dengan jalur terbuka, dimana tipe terowongan angin tersebut memiliki beberapa kelebihan antara lain karena biaya yang diperlukan lebih murah [2] dan juga luas bangunan yang dibutuhkan lebih kecil bila dibandingkan dengan tipe tertutup [3]. Beberapa faktor yang mempengaruhi aliran udara di dalam terowongan angin sirkuit terbuka yaitu, keseragaman aliran udara dan intensitas turbulensi yang dihasilkan.

keseragaman aliran udara dan intensitas turbulensi yang dihasilkan.

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 udara dimana menunjukkan semakin besar nilai intensitas turbulensinya maka fluktuasi kecepatan turbulen juga semakin besar.

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan variasi diameter honeycomb yang bertujuan untuk memperoleh intensitas turbulensi yang rendah, dimana intensitas turbulensi terendah tercapai pada penggunaan diameter honeycomb sebesar 6 mm yaitu sebesar $I = 0.1227$ [4]. Selanjutnya, telah dikembangkan penelitian tersebut dengan memvariasikan panjang honeycomb saja yang digunakan dan intensitas turbulensi terendah tercapai pada penggunaan panjang honeycomb sebesar 6 cm yaitu sebesar $I = 0.1060$ [5]. Selain itu, berdasarkan penelitian Noval diketahui pula bahwa semakin pendek panjang honeycomb yang digunakan akan menghasilkan intensitas turbulensi yang semakin kecil. Kemudian, dikembangkan studi terkait pengaruh screen mesh yang dikombinasikan dengan honeycomb dan memperoleh intensitas turbulensi terendah mencapai $I = 0.0242$, dimana screen mesh berbentuk belah ketupat dengan diagonal 3 mm menghasilkan intensitas turbulensi

ketupat dengan diagonal 3 mm menghasilkan intensitas turbulensi yang paling rendah [6].

Namun, secara keseluruhan intensitas turbulensi yang dihasilkan cenderung belum memenuhi standar desain terowongan angin yang baik. Desain terowongan angin yang baik pada umumnya memiliki intensitas turbulensi sebesar $I \approx 0.01$ [7]. Sehingga perlu adanya pengembangan lebih lanjut untuk dapat memperoleh intensitas turbulensi yang rendah ($I \approx 0.01$).

Jadi, penelitian sebelumnya dinyatakan semakin pendek panjang honeycomb, maka intensitasnya semakin kecil [5]. Karena itu, penelitian saat ini memvariasikan panjang honeycomb lebih kecil dari 6 cm yaitu, 4 cm dan 2 cm menggunakan tiga buah screen mesh belah ketupat. Karena, berdasarkan penelitian diketahui intensitasnya semakin kecil dengan penambahan screen mesh setelah honeycomb [6].

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dikaji bagaimana pengaruh variasi panjang honeycomb (2 cm, 4 cm dan 6 cm) yang dikombinasikan dengan menggunakan screen mesh berbentuk belah ketupat dengan diagonal 3 mm didalam wind tunnel terhadap besarnya intensitas aliran udara yang dihasilkan pada terowongan angin sirkuit terbuka. Kemudian, hasil yang diperoleh akan dibandingkan dengan standar desain

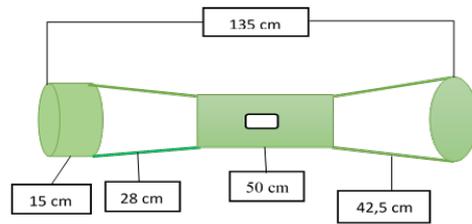
dibandingkan dengan standar desain terowongan angin yang ada.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk menghasilkan terowongan angin tipe terbuka dengan turbulensi sekecil mungkin melalui variasi panjang honeycomb menggunakan screen mesh.

Manfaat dari penelitian ini adalah Untuk mengembangkan terowongan angin untuk pengujian yang lebih efektif dan mampu menghasilkan intensitas turbulensi yang rendah.

2. Metode Penelitian

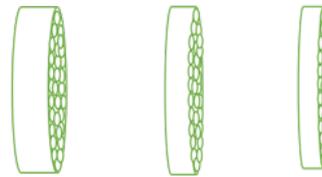
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Persiapan awal yaitu dengan membuat honeycomb berdiameter 6 mm dengan panjang masing - masing 6 cm, 4 cm dan 2 cm. Setelah menyiapkan honeycomb, mempersiapkan screen mesh berbentuk belah ketupat yang diameter masing – masing 46.5 cm, 48.5 cm dan 50.5 cm. Meletakkan screen mesh diberi jarak masing – masing 6 cm di contraction sebelum test section. Setelah screen mesh, honeycomb yang telah dibentuk, diposisikan didalam settling chamber. Kemudian Pengukuran kecepatan aliran udara dilakukan dibawah pengaruh variasi panjang honeycomb dengan screen mesh.



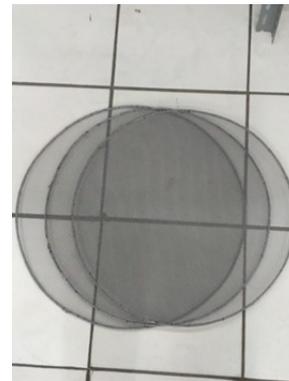
Keterangan:

- Panjang Settling Chamber = 15 cm
- Panjang Contraction = 28 cm
- Panjang Test Section = 50 cm
- Panjang Diffuser = 42,5 cm
- Panjang Wind Tunnel = 135 cm
- Diameter Test Section = 46 cm
- Diameter Settling Chamber = 56,4 cm
- Diameter Contraction Awal = 56,4 cm
- Diameter Contraction Akhir = 46 cm
- Diameter Diffuser Awal = 46 cm
- Diameter Diffuser Akhir = 56 cm

Gambar 1. Desain Terowongan Angin



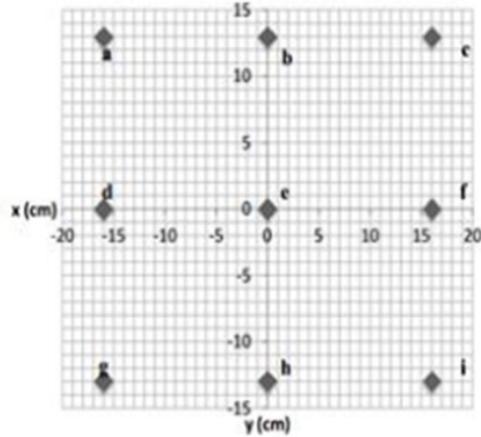
Gambar 2. Honeycomb



Gambar 3. Screenmesh

Tahap awal pengambilan data yaitu memasang anemometer pada statif yang berada di test section, menempatkan 3 buah screen mesh yang berbentuk belah ketupat di contraction cone, menempatkan honeycomb pada settling chamber dengan panjang 6 cm, 4 cm dan 2 cm secara bergantian.

Selanjutnya mengukur kecepatan angin pada 9 titik di test section.



Gambar 4. Kordinat titik pengambilan data kecepatan angin (Stepfhani, 2014)

Lalu, mendapatkan data hasil uji honeycomb dan screen mesh. Setelah mendapatkan data hasil uji honeycomb dan screen mesh, menghitung Intensitas Turbulensi pada data kecepatan aliran udara dengan software IBM SPSS Statistics 23 hingga menghasilkan nilai intensitas turbulensi [8]. Intensitas turbulensi ini merupakan ukuran dari level turbulensi dan didefinisikan sebagai berikut:

$$I = \frac{\sigma}{\bar{U}} \quad (2.1)$$

dengan

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \left\{ \sum_{i=1}^N x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N x_i)^2}{N} \right\}} \quad (2.2)$$

dan

$$\bar{U} = \frac{(\sum_{i=1}^N x_i)}{N} \quad (2.3)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini di lakukan di Laborattium Energi Prodi Fisika FMIPA UNJ. Pada 9 titik pengambilan data di test section. Titik ini ditentukan pada koordinat tertentu dengan tujuan mewakili keseluruhan area test section terowongan angin seperi terlihat pada tabel 1. Kemudian hasil data kecepatan angin yang diperoleh pada titik-titik tersaji pada tabel 2.

Tabel 1 Koordinat titik pengambilan data pada *test section*

		Titik (cm)								
Koordinat	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
X	-16	0	16	-16	0	16	-16	0	16	
Y	13	13	13	0	0	16	-13	-13	-13	

Tabel 2. Data kecepatan angin yang di hasil kan pada honeycomb panjang 6 cm dengan screen mesh

No.	v (m/s)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	5.7	5.8	5.7	5.8	5.9	5.9	6.2	5.6	5.9
2	5.6	5.8	5.7	5.8	5.8	5.9	6.1	5.7	5.8
3	5.7	5.6	5.8	5.9	5.8	6	5.9	5.6	5.9
4	5.5	5.7	5.7	5.8	5.7	5.9	5.9	5.7	5.9
5	5.7	5.8	5.8	5.8	5.9	6	6	5.6	5.8
6	5.6	5.8	5.7	5.9	5.7	5.9	5.9	5.7	6
7	5.7	5.7	5.8	5.7	5.9	5.8	6	5.7	5.8
8	5.7	5.8	5.7	5.8	5.8	5.9	5.9	5.5	5.9
9	5.7	5.7	5.9	5.7	5.7	5.8	6	5.7	6
10	5.6	5.8	5.7	5.8	5.8	5.9	5.9	5.6	5.8

Tabel 3. Data kecepatan angin yang di hasil kan pada honeycomb panjang 4 cm dengan screen mesh

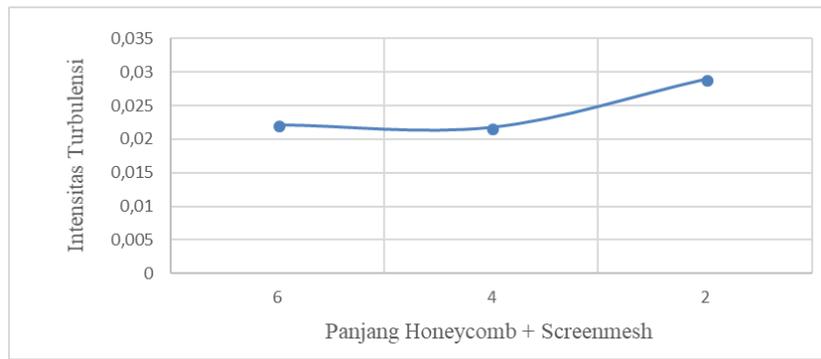
No.	v (m/s)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	5.8	5.8	6	6	5.9	5.8	5.6	5.7	5.9
2	5.8	5.8	6	6	5.9	5.8	5.6	5.7	5.9
3	5.8	5.8	6	6	5.9	5.9	5.6	5.7	5.9
4	5.8	5.8	6	6	5.9	5.8	5.6	5.7	5.9
5	5.8	5.8	6	6	5.9	5.8	5.6	5.7	5.9
6	5.8	5.8	6	6	5.9	5.9	5.6	5.7	5.9
7	5.8	5.8	6	6	5.9	6	5.6	5.7	6
8	5.8	5.8	6	6	5.9	5.9	5.6	5.7	5.9
9	5.8	5.8	6	6	5.9	5.9	5.6	5.7	5.9
10	5.8	5.8	6	6	5.9	5.9	5.6	5.7	5.9

Tabel 4. Data kecepatan angin yang di hasil kan pada honeycomb panjang 4 cm dengan screen mesh

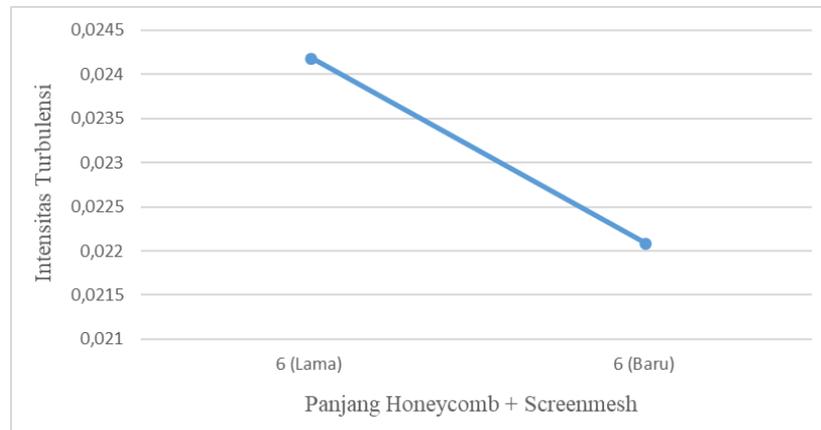
No.	v (m/s)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	5.4	5.5	5.5	5.2	5.1	5.6	5.5	5.5	5.3
2	5.4	5.5	5.5	5.2	5.1	5.6	5.5	5.5	5.3
3	5.4	5.5	5.5	5.2	5.1	5.6	5.5	5.5	5.3
4	5.4	5.5	5.5	5.2	5.1	5.6	5.5	5.5	5.3
5	5.4	5.5	5.5	5.2	5.1	5.6	5.5	5.5	5.3
6	5.4	5.5	5.5	5.2	5.1	5.6	5.5	5.5	5.3
7	5.4	5.5	5.5	5.2	5.1	5.6	5.5	5.5	5.3
8	5.4	5.5	5.5	5.2	5.1	5.6	5.5	5.5	5.3
9	5.4	5.5	5.5	5.2	5.1	5.6	5.5	5.5	5.3
10	5.4	5.5	5.5	5.2	5.1	5.6	5.5	5.5	5.3

Perubahan nilai kecepatan angin pada titik yang sama maupun antar titik berbeda juga terlihat pada data desain honeycomb dan screenmesh baru. Namun perubahan yang terjadi tidak

sebesar data desain honeycomb dan screenmesh lama. Seperti yang diketahui sebelumnya, aliran laminar sangat sulit ditemui di alam dan dalam praktik.



Gambar 5 Grafik perbandingan intensitas turbulensi honeycomb + Screenmesh desain baru



Gambar 6 Grafik perbandingan intensitas turbulensi honeycomb + Screenmesh desain lama dan baru

Data kecepatan angin di atas juga diolah ke dalam persamaan (1) untuk mendapatkan nilai intensitas turbulensi. Untuk honeycomb desain baru dengan screenmesh ini. Sehingga didapatkan nilai intensitas turbulensi Fluktuasi kecepatan angin pada *test section* dapat dilihat pada gambar 5 dan 6.

Seperti diketahui dari tabel 2, tabel 3, dan tabel 4 bahwa terdapat perbedaan kecepatan pada masing – masing titik. Hal ini yang menyebabkan turbulensi pada aliran di seksi uji.

Meskipun demikian, desain baru variasi panjang pada *honeycomb* dengan *screenmesh* telah mampu menghasilkan intensitas turbulensi yang lebih kecil seperti yang terlihat di grafik bahwa perbedaan kecepatan di masing-masing titik tidaklah sebesar desain sebelumnya. Desain lama dengan panjang sel *honeycomb* 6 cm dengan screenmesh menghasilkan Intensitas turbulensi 0.0242. Sedangkan desain baru atau desain yang terdiri dari panjang 6 cm ,4 cm, dan 2 cm menghasilkan Intensitas

turbulensi lebih kecil yaitu sebesar 0.0221, 0.0217, dan 0.0289.

Dari gambar 5 terlihat bahwa intensitas turbulensi keseluruhan yang dihasilkan antara terowongan angin dengan panjang *honeycomb* 4 cm dengan screen mesh terbukti, bahwa semakin rendah kecepatan anginnya maka semakin laminar aliran udaranya. Hal ini dikarenakan aliran udaranya berbanding lurus dibandingkan panjang 6 cm dan 2 cm menggunakan screenmesh pada aliran udara berbanding terbalik.

Dari gambar 6 terlihat perbandingan dua *honeycomb* desain lama ($P = 6$ cm) dan desain baru ($P = 6$ cm) dengan screenmesh yang sama. Terlihat bahwa terjadi penurunan intensitas turbulensi pada *honeycomb* desain baru panjang 6 cm dengan screenmesh. Walaupun aliran laminar sulit didapatkan, aliran dengan intensitas turbulensi yang kecil dapat dicapai untuk memperkecil kesalahan dalam penelitian yang menggunakan terowongan angin. Dalam percobaan ini terbukti bahwa penggunaan *honeycomb* desain baru dengan screenmesh dapat mengurangi intensitas turbulensi jika dibandingkan dengan desain lama dengan screenmesh.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa

panjang *honeycomb* 4 cm dengan screen mesh memiliki kemampuan untuk memperkecil intensitas turbulensi pada test section.

Hasil ini membuktikan bahwa *honeycomb* desain baru dengan screenmesh mampu mengurangi intensitas turbulensi dibandingkan desain lama menggunakan screenmesh.

5. Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Cecep E.Rustana, Ph.D dan Riser Fahdiran, M.Si atas semua bimbingan penelitian, serta seluruh rekan-rekan Fisika 2013 dan Laboran Laboratorium Energi Jurusan Fisika Universitas Negeri Jakarta.

6. Referensi

1. Hanifah, Siti. 2015. *Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Wind Tunnel Tipe Terbuka*. Semarang: Universitas Diponegoro.
2. Bradshaw P, Pankhurst RC. *The design of low-speed terowongan angin*. Progress in Aeronautical Sciences. 1964; 61-69
3. Ramkissoon, R. dan Manohar, K. 2014. *Design and Calibration of a Low Speed Wind Tunnel*. British Journal of Applied Science and Technology 4(20) page 2878-2890.

4. Gultom, Vina A. 2016. *Pengembangan Desain Terowongan Angin Sirkuit Terbuka dengan Tiga Variasi Diameter Honeycomb*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
5. Noval, M Romy. 2016. Skripsi. *Pengembangan Desain Terowongan Angin Sirkuit Terbuka dengan Tiga Variasi Panjang Honeycomb*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
6. Mahilda, Nurul. 2016. Skripsi. *Studi Pengaruh Screen Mesh terhadap Intensitas Turbulensi pada Terowongan Angin Sirkuit Terbuka*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
7. Bruce R. Munson, Donald F. Young, Theodore H. Okiishi. 2002. *Fundamentals of Fluid Mechanics*. Chicester: John Wiley & Sons.
8. Stefphanie, C. 2014. *Pengembangan Desain Terowongan Angin Sirkuit Terbuka*. Skripsi Program Studi Fisika. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.