

## PENGARUH UKURAN DIFFUSER TERHADAP LAJU ALIRAN DI DALAM RUANG UJI TEROWONGAN ANGIN

JOSUA ANGGAPUTRA<sup>1</sup>  
SIGIT HERNOWO<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Diploma IV Teknik Mesin  
Politeknik Saint Paul Sorong

Email : [Josuaanggaputra@gmail.com](mailto:Josuaanggaputra@gmail.com); [sigit\\_hernowo@yahoo.com](mailto:sigit_hernowo@yahoo.com)

### ABSTRAK

*Diffuser pada terowongan angin berfungsi untuk menurunkan kecepatan udara yang telah diselaraskan alirannya oleh honey comb serta kecepatan dan tekanan udara yang telah berubah setelah memasuki test section yang akan bergerak ke arah kipas hisap agar posisi kipas hisap yang berada pada akhir alat terowongan angin ini tidak menjadi masalah. Selain itu diffuser juga berfungsi untuk memperlambat aliran angin secara teratur dari test section menuju fan. Aliran angin yang masuk menuju fan haruslah serendah mungkin untuk memaksimalkan efisiensi fan. Perubahan kecepatan yang mendadak dari test section menuju fan dapat membuat aliran pada test section menjadi tidak bersih serta mengurangi homogenitas dan hal ini juga membuat daya yang dikeluarkan fan lebih besar. Penelitian ini berlangsung selama 4 bulan (Februari – Juni) 2020 dan bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran diffuser terhadap laju aliran angin pada ruang uji. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka, eksperimen dan observasi. Sementara metode pengambilan data yang digunakan adalah metode komparatif. Data kemudian dianalisis menggunakan persamaan prosedur penelitian diawali dengan mempersiapkan alat dan diikuti dengan pengujian diffuser A, B dan C. Hasil penelitian diperoleh bahwa ukuran diffuser mempengaruhi laju aliran angin di dalam ruang uji berada pada meningkatnya hasil perhitungan kecepatan teoritis yang di pengaruhi oleh besar nilai putaran motor maka terjadi juga peningkatan pada kecepatan pengukuran dan ukuran diffuser akan mempengaruhi nilai rugi-rugi kecepatan.*

**Kata Kunci :** *Wind Tunnel, Terowongan angin, Diffuser, Laju aliran, Ruang uji.*

### ABSTRACT

Diffuser in the wind tunnel serves to reduce the air speed that has been harmonized by the honey comb and the speed and air pressure that has changed after entering the test section that will move towards the suction fan so that the position of the suction fan at the end of this wind tunnel tool is not a problem. In addition, the diffuser also serves to slow down the regular flow of wind from the test section to the fan. Sudden changes in speed from test section to fan can make the flow in the test section becomes unclean and reduce homogeneity and this also makes the power released by the fan greater. This study lasted for 4 months (February - June) 2020 and aimed to determine the effect of diffuser size on the wind flow rate in the test chamber. The methods used in this study are literature studies, experiments and observations. While the method of data retrieval used is a comparative method. The data is then analyzed using an equation of research procedures starting with preparing the tool and followed by testing diffusers A, B and C. The results of the study obtained that the size of the diffuser affects the speed of wind flow in the test room is on the increasing results of theoretical speed calculations influenced by the large rotation value of the motor then there is also an increase in the measurement speed and the size of the diffuser will affect the value of speed losses.

**Keywords:** *Wind Tunnel, Diffuser, Flow rate, Test chamber.*

### PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin maju memberikan dampak besar bagi perkembangan kemajuan dunia otomotif dan permesinan di Indonesia yang

ditandai dengan semakin meluasnya ilmu tersebut ke dalam pembangunan infrastruktur. Perkembangan ini menyebabkan para ahli mulai mencari solusi untuk meningkatkan efisiensi kerja dan daya tahan produk. Efisiensi serta daya tahan suatu produk dapat di pengaruhi oleh

pergerakan alam di wilayah sekitarnya, baik dalam dunia otomotif maupun dunia infrastuktur.

Wind tunnel merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengaplikasikan sistem aerodinamis. Aerodinamis adalah salah satu cabang ilmu/penelitian yang mempelajari tentang efek dari udara yang bergerak melewati benda padat, dalam kasus ini udara bergerak pada sistem yang berbentuk terowongan. (Muchammad 2015).

Wind tunnel berfungsi untuk merekayasa dampak ketika udara atau angin berinteraksi entah itu di lalui atau yang berada di dalam udara. Terowongan Angin adalah alat yang digunakan untuk penelitian mengenai interaksi antara gerakan udara dengan benda-benda yang ada di dalam aliran udara. (Irfandi. 2013).

Prinsip kerjanya di sini udara yang di hisap oleh kipas hisap berada di bagian belakang alat ini, akan masuk dan bergerak melewati beberapa komponen yang dimana masing-masing dari komponen ini memiliki fungsinya masing-masing.

Salah satu dari ketiga komponen yang ada adalah diffuser yang berfungsi untuk menurunkan kecepatan udara yang telah diselaraskan alirannya oleh honeycomb serta kecepatan dan tekanan udara yang telah berubah setelah memasuki test section yang akan bergerak ke arah kipas hisap agar posisi kipas hisap yang berada pada akhir alat terowongan angin ini tidak menjadi masalah. Diffuser juga berfungsi untuk memperlambat aliran angin secara teratur dari test section menuju fan. Aliran masuk angin menuju fan haruslah serendah mungkin untuk memaksimalkan efisiensi fan. Perubahan kecepatan yang mendadak dari test section menuju fan dapat membuat aliran pada test section menjadi tidak bersih serta mengurangi homogenitas dan hal ini juga membuat daya yang dikeluarkan fan lebih besar

## KAJIAN PUSTAKA

### Terowongan Angin

Terowongan angin merupakan peralatan uji berbentuk terowongan dimana udara dipaksa melaju dengan kecepatan yang diatur untuk mempelajari efek aliran aerodinamis dari suatu benda (Reza Maulana Aliva. 2019).

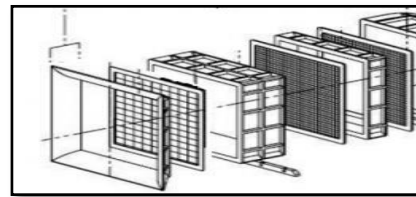
Objek atau benda yang diuji diletakkan dibagian tengah seksi uji (*test section*). Udara kemudian digerakkan melewati objek dengan sebuah sistem

fan. Ada dua tipe wind tunnel yakni dengan sistem dengan saluran tertutup (*closed circuit*) dan sistem dengan saluran terbuka (*open circuit*).

### Komponen Alat Terowongan Angin

#### Screen

Screen atau saringan merupakan sebuah komponen pada terowongan angin yang memiliki fungsi untuk menjaga kebersihan udara yang akan masuk ke sistem dan juga yang berinteraksi pertama kali dengan udara yang akan masuk kedalam sistem.



Gambar 1. Screen (Saringan)

#### Intake atau Corong

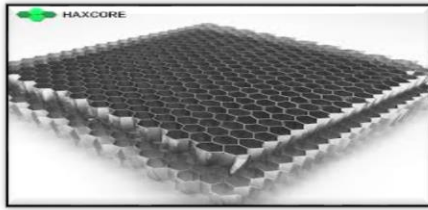
Intake atau corong merupakan komponen pada terowongan angin yang memiliki fungsi untuk mengatur laju aliran udara agar tidak terjadi perubahan laju aliran udara yang mendadak dan juga merupakan komponen yang terjadi kontraksi. Intake atau corong juga berfungsi untuk pembandingan ukuran antar intake atau corong dengan ruang uji berguna untuk menciptakan laju kecepatan yang bertambah.



Gambar 2. Intake (Corong)

#### Honeycomb

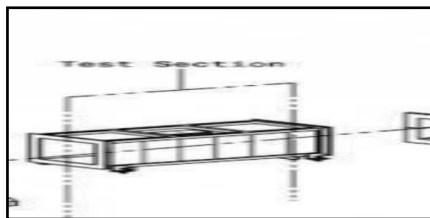
Honeycomb merupakan komponen alat terowongan angin yang berbentuk rumah lebah atau ada juga yang berbentuk bulat. Memiliki fungsi untuk menyelaraskan arah serta pergerakan aliran angin agar tidak terjadi aliran turbulensi dalam ruang uji sehingga interksi antara laju aliran udara dengan benda uji yang berada didalam ruang uji menjadi lebih baik dan tidak cacat.



Gambar 3. Honeycomb

**Ruang Uji**

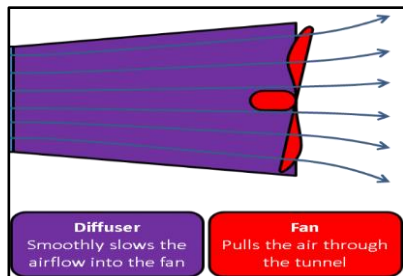
Ruang uji merupakan komponen alat terowongan angin yang memiliki fungsi sebagai ruang uji atau tempat dimana terjadinya interaksi antara pergerakan angin dan benda uji Terowongan angin. Selain itu juga ruang uji merupakan tempat dimana terjadi peningkatan udara yang berasal dari intake.



Gambar 4. Ruang Uji

**Diffuser**

Diffuser merupakan komponen alat terowongan angin yang memiliki fungsi untuk menurunkan laju aliran angin secara teratur dari ruang uji menuju kipas agar menjaga kerja kipas dan juga tidak mengganggu laju aliran angin. Diffuser juga berfungsi untuk menunjang laju aliran angin yang berada di dalam ruang uji sekaligus mengupayakan tidak terjadi interaksi antar aliran angin dengan fan yang berada di paling belakang alat Terowongan angin ini ketika aliran angin masih berada dalam tingkat laju ketika berada di dalam ruang uji.

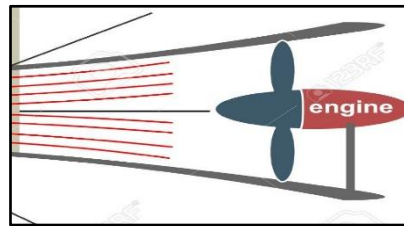


Gambar 5. Diffuser

**Kipas dan Motor**

Kipas dan motor merupakan komponen alat terowongan angin yang berfungsi sebagai

penggerak aliran angin yang akan masuk melalui intake hingga diffuser.



Gambar 6. Kipas dan Motor

**Prinsip Kerja Terowongan Angin**

Terowongan angin mengadopsi hukum aerodinamika yaitu suatu perubahan gerak dari suatu benda akibat dari hambatan udara ketika benda tersebut melaju dengan kencang. Benda yang dimaksud dapat berupa kendaraan bermotor (mobil, truk, bis maupun motor) yang sangat terkait hubungannya dengan perkembangan aerodinamika sekarang ini. Hal-hal yang berkaitan dengan aerodinamika adalah kecepatan kendaraan dan hambatan udara ketika kendaraan itu melaju (Auto2000astra 2015).

Angin yang bergerak akibat digerakan kipas dan motor, masuk melalui intake melewati screen masuk kedalam intake atau corong di situ aliran angin masih bergerak secara turbulensi mengalir menuju honeycomb dimana aliran angin dibentuk selaras oleh honeycomb dan masuk kedalam ruang uji setelah berada di dalam ruang uji kecepatan aliran angin bertambah dan mengalir berinteraksi dengan benda uji yang berda dalam ruang uji setelah itu aliran angin menuju diffuser, saat memasuki diffuser aliran angin di perlambat untuk bergerak menuju kipas yang berada paling belakang alat terowongan angin ini setelah itu angin di buang oleh kipas hisap dari dalam sistem terowongan angin.

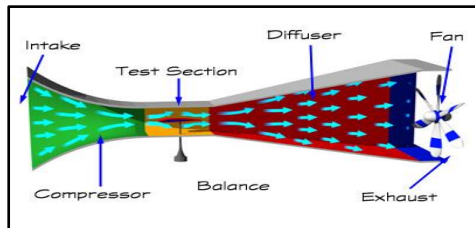
**Cara Kerja Diffuser**

Cara kerja diffuser mengadopsi asas contiunitas maka seperti gambar diatas Diffuser di rancang memiliki bentuk seperti piramida hanya saja salah satu dari ujung diffuser yang berhubungan langsung dengan ruang uji di buat menyerupai ukuran dari ruang uji berbentuk persegi. Perubahan ukuran secara teratur dan bertahap dapat membantu mengurangi kecepatan serta tekanan aliran yang bergerak dari ruang uji masuk ke diffuser dan bergerak menuju kipas. Perubahan kecepatan aliran angin yang diakibatkan perubahan ukuran serta bentuk terowongan angin dari ruang uji menuju diffuser

haruslah teratur dan tidak secara tiba-tiba agar menjaga keseragaman aliran.

**Pengaruh Ukuran Diffuser Terhadap Laju Aliran Angin**

Diffuser merupakan komponen alat terowongan angin yang konsep kerjanya dengan memanfaatkan perubahan bentuk serta ukuran untuk menciptakan ruang yang bertujuan untuk meredam laju aliran angin serta menjaga karakteristik aliran angin.



Gambar 7. Pengaruh Ukuran Diffuser Terhadap Aliran Angin

Aliran angin yang masuk melalui corong atau intake bergerak masuk kedalam ruang uji di mana dijelaskan pada gambar di atas bahwa adanya terjadi perubahan bentuk serta ukuran antara intake atau corong dengan ruang uji. Konsep kerja aliran angin yang bergerak karena di paksakan oleh kipas dan motor penggerak maka aliran angin yang telah masuk dan memenuhi intake atau corong di paksakan masuk ke dalam ruang uji yang memiliki ukuran lebih kecil di bandingkan corong karena itu ketika berada di dalam ruang uji laju aliran menjadi meningkat dan tekanannya pun sama aliran yang bergerak di dalam ruang uji telah di selaraskan oleh *honeycomb* dan mengalir menuju diffuser. Aliran dengan kecepatan yang sudah meningkat ketika masuk ke dalam ruang uji mengalir menuju diffuser dimana ketika aliran masuk ke dalam diffuser laju aliran menjadi menurun, ini dikarenakan diffuser dirancang memiliki ukuran yang sedikit berbeda dengan ruang uji dengan demikian kerja diffuser dipengaruhi oleh dimensi serta ukuran diffuser. Maka masing-masing ruang dalam terowongan angin ini di rancang dan dibuat dengan ukuran yang berbeda-beda guna untuk mendapat kecepatan serta tekanan laju aliran angin yang bervariasi dengan keperluan dalam tiap *section*.

Berikut di bawah ini merupakan jenis-jenis persamaan yang akan dipakai untuk mendukung penelitian ini :

Rumus kecepatan sudut di gunakan untuk menghitung banyaknya putaran permenit :

$$N = \frac{\text{putaran}}{\text{waktu (menit)}} \tag{1}$$

Rumus menghitung kecepatan teoritis :

$$V = w \cdot r \tag{2}$$

Rumus menghitung kecepatan sudut :

$$w = 2\phi \times N/60s \tag{3}$$

Rumus menghitung rugi-rugi kecepatan

$$\text{rugi - rugi kecepatan} = \frac{V_{\text{pengukuran}}}{V_{\text{teoritis}}} \tag{4}$$

**METODOLOGI PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 metode yaitu studi kepustakaan untuk mempelajari fakta sekunder dari referensi yang berkaitan dengan penelitian, metode eksperimen untuk pengujian dan penganalisaan data dengan membuat 3 buah komponen diffuser yang memiliki ukuran berbeda-beda, serta metode observasi untuk mengamati perubahan laju aliran yang berada di dalam ruang uji selama menggunakan 3 variasi diffuser.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penentuan Dimensi dan Ukuran Diffuser**

Penentuan dimensi dan ukuran difusser dilakukan bertujuan untuk menentukan bentuk serta ukuran komponen diffuser pada alat terowongan angin.

Tabel 1. Penentuan Ukuran Diffuser

Diffuser	Ukuran Diffuser		
	Panjang	Lebar	Tinggi
A	50 cm	40 cm	40 cm
B	55 cm	45 cm	45 cm
C	60 cm	50 cm	50 cm



**Penentuan Wilayah Kerja Diffuser**

Penentuan wilayah kerja diffuser dilakukan dengan maksud untuk menentukan bagian atau wilayah pada terowongan angin yang kinerja kerjanya terpengaruhi oleh fungsi dari diffuser.

Penulis melakukan pengukuran sisi dalam diffuser mulai dari ujung pintu keluar hingga ujung pintu masuk ruang uji bertujuan untuk menuntukan ukuran wilayah kerja diffuser.



Gambar 8. Pengukuran Wilayah Kerja Diffuser

Berdasarkan hasil pengukuran yang dimulai dari wilayah kerja diffuser diperoleh hasil pengukuran diffuser A, B dan C sebesar 105 cm, 110 cm dan 115 cm.

Sementara untuk pengecekan wilayah ruang uji, dilakukan proses running mesin selama kurang lebih 30 menit secara berkala dengan pengulangan sebanyak 5 kali. Selama proses running mesin pengukuran wilayah dilakukan dengan mistar dan juga anemometer. Selama pengukuran, anemometer diletakan di dalam wilayah ruang uji, yang diposisikan mulai titik belakang honeycomb kemudian digerakan kearah diffuser secara perlahan-lahan sehingga menemukan reaksi kecepatan angin yang menurun di akibatkan adanya diffuser. Hasil pengukuran menyatakan bahwa wilayah ruang uji dipengaruh oleh fungsi diffuser.



Gambar 9. Pengecekan Wilayah Terowongan Angin Yang Dipengaruhi Fungsi Diffuser




Anemometer diletakan di dalam sistem terowongan angin yang di posisikan mulai dari titik belakang honeycomb kemudian digerakan ke arah diffuser secara perlahan-lahan hingga menemukan reaksi kecepatan angin yang menurun diakibatkan oleh adanya diffuser, dimana wilayah yang di pengaruhi oleh fungsi

diffuser dimulai dari ujung honeycomb hingga menuju pintu keluarruang uji dengan besarnya jarak 46 cm.

**Data Spesifikasi Komponen-Komponen Terowongan Angin**

Data spesifikasi komponen-komponen alat terowongan angin yang digunakan dalam pengujian disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 2. Spesifikasi Komponen Terowongan Angin

Spesifikasi			
Ukuran	Diffuser A	Diffuser B	Diffuser C
Screen	P : 7cm L : 45cm T : 55cm Lapisan : 3	P : 7cm L : 45cm T : 55cm Lapisan : 3	P : 7cm L : 45cm T : 55cm Lapisan : 3
Corong	P : 55cm L : 45cm T : 55cm	P : 55cm L : 45cm T : 55cm	P : 55cm L : 45cm T : 55cm
Honeycomb	P : 7cm L : 25cm T : 25cm	P : 7cm L : 25cm T : 25cm	P : 7cm L : 25cm T : 25cm
Ruang uji	P : 55cm L : 25cm T : 25cm	P : 55cm L : 25cm T : 25cm	P : 55cm L : 25cm T : 25cm
Gambar			

**Hasil Pengukuran dan Perhitungan**

**Pengukuran Laju Aliran dalam Ruang Uji**

Hasil pengukuran laju aliran dalam ruang uji disajikan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 3. Data Diffuser A

PENGUJIAN DIFFUSER A		
Rpm kipas	Kecepatan angin	Titik pengukuran
285,6 Rpm	1,8 m/s	24,5 cm
945,2 Rpm	3,6 m/s	24,5 cm
1.545Rpm	5,0 m/s	24,5 cm

Tabel 4. Data Diffuser B

PENGUJIAN DIFFUSER B		
Rpm kipas	Kecepatan angin	Titik pengukuran
285,6 Rpm	2,0 m/s	24,5 cm
945,2 Rpm	3,6 m/s	24,5 cm
1.545Rpm	5,1 m/s	24,5 cm

Tabel 5. Data Diffuser C

PENGUJIAN DIFFUSER C		
Rpm kipas	Kecepatan angin	Titik pengukuran
8. 285,6 Rpm	2,0 m/s	24,5 cm
9. 945,2 Rpm	3,7 m/s	24,5 cm
0. 1.545Rpm	5,3 m/s	24,5 cm

**Hasil Perhitungan**

Berdasarkan data hasil pengukuran di atas maka dapat dihitung kecepatan teoritis, rugi-rugi kecepatan diffuser A, B dan C, dengan menggunakan persamaan 1, 2, 3 dan persamaan 4. Dalam perhitungan diketahui bahwa diameter kipas 32 cm dan jari-jari kipas 16 cm, dengan putaran kipas 1 = 285,6 rpm, putaran 2 = 945,2 rpm dan putaran 3 = 1545 rpm. Hasil perhitung disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 6. Hasil Perhitungan Kecepatan Teoritis Dan Rugi-Rugi Kecepatan

Tabel Kecepatan			
Rpm Kipas	285,6Rpm	945,2Rpm	1545Rpm
V Teoritis	4,7852	15,8369	25,8867
Rugi-Rugi			
Diffuser A	0,3761	0,2273	0,1931
Diffuser B	0,4179	0,2273	0,1970
Diffuser C	0,4179	0,2336	0,2047

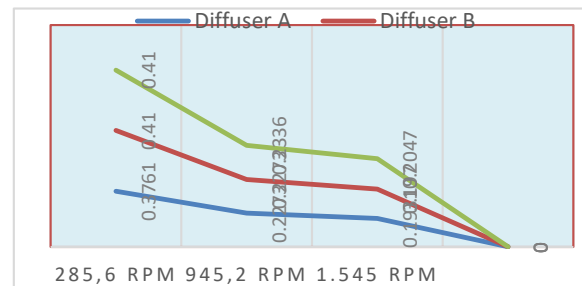
**Pembahasan**

Data hasil penelitian yang ditampilkan dalam tabel 6 menunjukkan hasil perhitungan tentang kecepatan teoritis dan juga rugi – rugi kecepatan dari 3 putaran kipas serta 3 buah diffuser yang memiliki kecepatan dan ukuran yang berbeda-beda. Dimana hasil pengujian menunjukkan bahwa kecepatan teoritis tertinggi pada pengujian ini terdapat pada putaran motor ke 3 yaitu 1.545 Rpm dengan hasil perhitungan 25,88. Lebih lanjut dari hasil penelitian, dapat dikatakan bahwa diffuser A merupakan diffuser yang memiliki nilai rugi – rugi kecepataannya terkecil yaitu pada kecepatan putaran motor 1.545 Rpm dengan kecepatan teoritisnya 25,8867 menghasilkan rugi – rugi kecepatan sebesar 0,1931. Adanya nilai rugi – rugi kecepatan yang kecil ini, maka laju aliran angin di dalam ruang uji dapat dikatakan maksimal pada proses pengujian ini bila dibandingkan dengan dua diffuser lainnya.

Pada diffuser B nilai rugi – ruginya hampir mendekati diffuser A dengan nilai rugi – rugi kecepatan sebesar 0,1970 pada putaran motor dan nilai V teoritisnya yang sama. Putaran motor 945,2 dan kecepatan teoritisnya 15,8369 menghasilkan hasil rugi – rugi kecepatan yang sama dengan diffuser A. Pada putaran motor 285,6 rpm dengan nilai kecepatan teoritisnya 4,7852 maka menghasilkan rugi – rugi kecepatan sebesar 0,4179. Sementara pada diffuser C nilai rugi – ruginya lebih besar bila dibandingkan dengan diffuser A dan B pada putaran motor 2 dan 3 sedangkan pada putaran motor 1 nilai rugi –ruginya sama dengan diffuser B yaitu 0,4179.

Lebih lanjut dari hasil penelitian pengaruh ukuran diffuser terhadap laju pola aliran di dalam ruang uji berada pada, meningkatnya hasil perhitungan kecepatan teoritis. Dengan meningkatnya kecepatan teoritis maka terjadi juga peningkatan pada kecepatan pengukuran. Semakin meningkatnya ukuran diffuser maka nilai rugi – rugi kecepatan terhadap laju aliran angin didalam ruang uji akan meningkat.

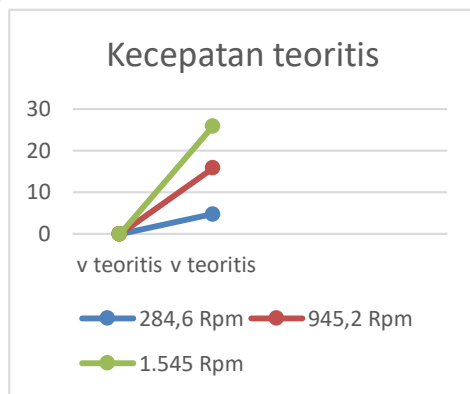
Dalam penelitian juga ditemukan bahwa semakin tinggi putaran motor dalam pengujian maka kecepatan aliran angin di dalam ruang uji akan semakin bertambah. Sehingga berdasarkan hasil penelitian ukuran diffuser yang tepat berdasarkan hasil pengujian yaitu diffuser A, karena akan menghasilkan nilai rugi-rugi kecepatan terhadap laju aliran didalam ruang uji akan lebih kecil. Pernyataan ini dapat dilihat dalam gambar berikut :



Gambar 10. Grafik Rugi – Rugi Kecepatan Diffuser A, B dan C

Berdasarkan gambar grafik di atas terlihat bahwa nilai rugi – rugi kecepatan terkecil berada pada diffuser A dengan putaran motor 3 dimana hasil perhitungan menunjukkan bahwa rugi-rugi kecepatan diffuser A pada putaran 3 yaitu 0,1931 m/s. Sementara rugi-rugi kecepatan tertinggi berada pada diffuser B dan C dengan kecepatan

motor 1 dengan hasil perhitungan yaitu 0,4179 m/s.



Gambar 11. Grafik Kecepatan Teoritis

Gambar grafik kecepatan teoritis diatas menunjukkan bahwa pada putaran motor ke 3 yaitu 1.545 Rpm dengan hasil perhitungan kecepatan teoritis 25,88, menjadi nilai kecepatan teoritis tertinggi dalam pengujian ini. Masih dalam putaran 1.545 Rpm peneliti juga melakukan pengukuran kecepatan angin menggunakan anemometer pada titik ukur 24,5 cm dari belakang komponen honeycomb. Hasil pengukuran kecepatan angin menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kecepatan angin yang signifikan dan stabil, dimana di antara 3 buah diffuser yang diuji menghasilkan kecepatan angin yang berbeda-beda. Sementara untuk putaran motor 2 dan 1 menghasilkan dua kecepatan angin yang sama, dimana pada putaran kipas 2, diffuser B dan diffuser A memiliki kecepatan angin yang sama. Sedangkan pada putaran kipas 1, diffuser C dengan diffuser B memiliki kecepatan yang sama.

## PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka kesimpulan dari proses pengujian yang dilakukan yaitu ukuran diffuser mempengaruhi laju aliran angin di dalam ruang uji berada pada meningkatnya hasil perhitungan kecepatan teoritis yang di pengaruhi oleh besar nilai putaran motor maka terjadi juga peningkatan pada kecepatan pengukuran dan ukuran diffuser akan mempengaruhi nilai rugi-rugi kecepatan.

## DAFTAR PUSTAKA

Aliva, M.R.M. and Nugroho, H.A., 2017. Prototipe wind tunnel sebagai kalibrator anemometer prototype wind tunnel as calibrator anemometer. *Jurnal*

*Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 4(3), pp.46-53.

Irfandi, K., 2020. Evaluasi Bilah Turbin Angin 500 Watt Dengan Melakukan Pengujian Pada Wind Tunnel Universitas Nurtanio Bandung. *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*, 3(3).

Kusbiantoro, Andri. Soenoko, Rudy dan Sutikno, Djoko “Pengaruh Panjang Lengkung Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Vertikal Savonius”.

Mahesa Agni1 , M.Ramdlan Kirom, M.Si., Hertiana Bethaningtyas, S.T., M.T. 2015 “Analisis kinerja terowongan angin subsonik dengan menggunakan contraction cone polinomial orde 5”. *e-Proceeding of Engineering : Vol.2, No.3 Desember 2015 | Page 7368*.

Muchammad, M., 2006. Perhitungan Gaya Drag Pada Benda Uji Pelat Persegi Datar Menggunakan Low Speed Wind Tunnel. *Jurnal Momentum UNWAHAS*, 2(1), p.114239.

Risnawan, N., Yohanes, F.A., Sunarno, S., Novianti, H. and Feriadi, Y., 2019. Pengukuran Kualitas Kecepatan Angin pada Terowongan Angin di ILST BBT3. *Journal of Aero Technology*, 2(1).

Sumiati, R. and Zamri, A., 2013. Rancang bangun miniatur turbin angin pembangkit listrik untuk media pembelajaran. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 3(2).