



INVESTIGASI ANALISIS NUMERIK PADA PENGARUH PERBANDINGAN DIAMETER INLET DAN OUTLET *GUIDE VANE* TERHADAP *VELOCITY PROFILE*

INVESTIGATION OF NUMERICAL ANALYSIS IN THE EFFECT OF COMPARISON OF INLET AND OUTLET DIAMETER OF GUIDE VANE ON VELOCITY PROFILE

Roy Ama Ratu¹⁾, Fajar Anggara²⁾

^{1,2} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta Kembangan, Jakarta Barat
email: royamaratu@gmail.com¹⁾, fjanggara91@gmail.com²⁾*

Received:
29 Januari 2020

Accepted:
3 Juni 2020

Published:
25 Juni 2020

© 2020 SJME
Kinematika All
Rights Reserved.

Abstrak

Karena keluaran angin kondensor yang sangat tidak merata atau tersebar, perlu dirancang saluran sebagai direktur aliran angin kondensor. Diharapkan mampu mengarahkan aliran keluaran angin kondensor dan menjaga stabilitas jumlah angin yang akan diterima oleh baling-baling. Salah satu caranya adalah dengan membuat variasi dalam desain ducting dan guide vane ducting untuk mendapatkan aliran optimal atau hembusan angin dari aliran angin yang akan dihembuskan oleh kondensor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan pengaruh rasio dimensi dan nilai rasio terbaik terhadap variasi desain profil ducting menggunakan perbandingan dimensi diameter baling-baling panduan dan panjang baling-baling panduan dengan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Dalam penelitian ini menggunakan rasio diameter guide vane yang terdapat D1 dan D2 pada diameter guide vane. Dengan hasil penyelidikan menghasilkan desain terbaik dan optimal untuk mengalirkan aliran angin kondensor di mana Variasi C memberikan kecepatan maksimum 7 m/s hingga 7,2 m/s dan mengarahkan untuk memindahkan dan memutar baling-baling atau bilah generator.

Kata Kunci : Analisa Numerik, Turbin Angin, Rasio Dimensi, *Guide Vane*

Abstract

Because of the very uneven or spread wind output of condenser, it is necessary to design ducting as the condenser wind flow directors. It is expected to be able to direct the condenser wind output flow and maintain the stability of the amount of wind that will be received by the propeller. One of the ways is by making variations in the design of the ducting and guide vane ducting in order to get the optimal flow or wind gusts from the flow of wind that will be exhaled by the condenser. The aim of this research is to find the effect of dimension ratios and the best ratio value to the variation of profile ducting design using a comparison of the dimensions of the guide vane diameters and the length of the guide vane with the Computational Fluid Dynamics (CFD) method. In this research using the ratio of the guide vane diameter that is contained D1 and D2 on the guide vane diameter. With the results of the investigation produce

the best and optimal design to flow condenser wind flow where Variation C provides a maximum speed of 7m / s to 7.2 m / s and directs to moving and rotating blades or blades generator.

Keywords: Numerical Analysis, Wind Turbine, Dimension Ratio, Guide Vane.

DOI: 10.20527/sjmekinematika.v5i1.98

How to cite:

Ratu, R.A., & Anggara, F., "Investigasi Analisis Numerik Pada Pengaruh Perbandingan Diameter Inlet dan Outlet Guide Vane Terhadap Velocity Profile", *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 5(1), 1-10, 2020.

PENDAHULUAN

Energi adalah kemampuan untuk melakukan pekerjaan. Energi adalah daya yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan meliputi energi mekanik, panas, dan lain-lain, energi menjadi suatu kebutuhan yang sangat vital bagi kehidupan manusia saat ini, Tidak terkecuali negara Indonesia yang memiliki berbagai macam energi melimpah didalamnya baik energi yang sifatnya dapat diperbaharui seperti energi air, matahari, angin, biomassa, panas bumi dan energi laut [1].

Energi yang dapat diperbaharui (*renewable energy*) ini memiliki keutamaan yang tidak dimiliki oleh energi yang tidak dapat diperbaharui (*non-renewable energy*), yaitu energi tersebut tidak akan pernah berhenti atau habis selama siklus alam masih berlangsung, ramah lingkungan dan dapat meminimalisir polusi lingkungan. Sedangkan *non-renewable energy* merupakan energi yang akan habis jika dipakai terus menerus dan menghasilkan polusi jika digunakan[2]

Dengan melakukan pembuatan pembangkit listrik tenaga alternatif bertenaga hembusan angin kondesor yang dimana angin keluaran kondensor yang terbuang dengan sia-sia dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi penggerak baling-baling generator maka fungsi dari *ducting* dan *guide vane* sangat penting untuk berlangsung nya aliran angin yang keluar dari keluaran kondensor yang tidak beraturan sehingga peran *guide vane* sangat penting untuk memusatkan dan mengarahkan aliran angin menuju permukaan *blade* atau baling-baling generator agar dapat memutar dan menggerakkan secara optimal [3].

Penelitian berupa eksperimen dan analisa sudah dilakukan dengan mendesain *ducting* yang berbeda [4] hasil penelitian ini menyimpulkan semakin baik desain *profile* pada *ducting* semakin baik hasil besaran angin yang akan di alirkan terhadap baling-baling generator.

Tabel 1. Tingkat kecepatan angin

Kelas Angin	Kecepatan Angin m/d	Kecepatan Angin km/jam	Kecepatan Angin knot/jam
1	0.3 ~ 1.5	1 ~ 5.4	0.58 ~ 2.92
2	1.6 ~ 3.3	5.5 ~ 11.9	3.11 ~ 11.42
3	3.4 ~ 5.4	12.0 ~ 19.5	6.61 ~ 10.5
4	5.5 ~ 7.9	19.6 ~ 28.5	10.7 ~ 15.4
5	8.0 ~ 10.7	28.6 ~ 23.5	15.6 ~ 20.8
6	10.8 ~ 13.8	38.6 ~ 49.7	21 ~ 26.8
7	13.9 ~ 17.1	49.8 ~ 61.5	22.7 ~ 33.3
8	17.2 ~ 20.7	61.6 ~ 74.5	33.5 ~ 40.3
9	20.8 ~ 24.4	74.6 ~ 87.9	40.5 ~ 47.5
10	24.5 ~ 28.4	88.0 ~ 102.3	47.7 ~ 55.3
11	28.4 ~ 32.6	102.4 ~ 117.0	10.7 ~ 63.4
12	> 32.6	> 118	63.4

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis aliran angin yang dihembuskan kondensor melalui *profile ducting* dengan metode komputasi dan simulasi fluida dinamis dengan *software* ansys yang dimana penelitian akan melakukan suatu pengembangan konsep desain yang akan dibuat menggunakan perbandingan konsep desain *profile ducting* untuk melakukan optimalisasi kinerja *ducting*.

Governing Equation

Berdasarkan asumsi-asumsi diatas maka persamaan yang digunakan adalah sebagaimana tertera dibawah ini :

Persamaan energi:

$$\frac{\partial p(h+fl)}{\partial t} + \nabla \rho v(h+fl) = \nabla \cdot (k \nabla T) + s \quad (1)$$

$$\frac{\partial p h}{\partial t} + \nabla \rho v h = \nabla \cdot (k \nabla T) - \frac{\partial p fl}{\partial t} - \nabla \rho v fl + s \quad (2)$$

Persamaan momentum:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + u \frac{\partial \rho}{\partial x} + v \frac{\partial \rho}{\partial y} + w \frac{\partial \rho}{\partial z} + \rho \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) = 0 \quad (3)$$

$$\rho \frac{Dv}{Dt} = - \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{z}}{\partial z} + \rho f \quad (4)$$

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah cara atau prosedur yang berisi tahapan-tahapan yang jelas dan disusun secara sistematis dalam proses penelitian. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini dimulai dengan *study literature* dan pengumpulan data mengenai kondisi kecepatan angin dan suhu yang terjadi ketika *Fan* kondensor menghembuskan keluaran angin serta desain saluran angin yang akan di distribusikan terhadap *blade* generator melalui *Ducting* dan *vane guide* sebagai pengarah atau pemusat hembusan angin yang akan di arahkan nantinya mengenai *blade* generator.

Untuk selanjutnya dilakukan pemodelan desain *profile ducting* dan *vane guide* dengan perangkat lunak Solidworks versi 2017. Dalam menentukan parameter batas simulasi digunakan perhitungan analitik. Pemodelan yang dibuat disimulasikan dengan perangkat lunak ANSYS Fluent 18.1 untuk mengetahui fenomena-fenomena yang terjadi di dalam *profile ducting* kondensor.

1. Studi Literatur

Dalam studi literatur penulis menggunakan referensi yang berasal dari desain *ducting* yang sudah ada dan literatur, literatur berasal dari: buku, jurnal, Tesis dan Tugas Akhir. Parameter yang dipergunakan pada simulasi ini ditampilkan pada tabel 2 dalam proses simulasi digunakan beberapa asumsi, yaitu:

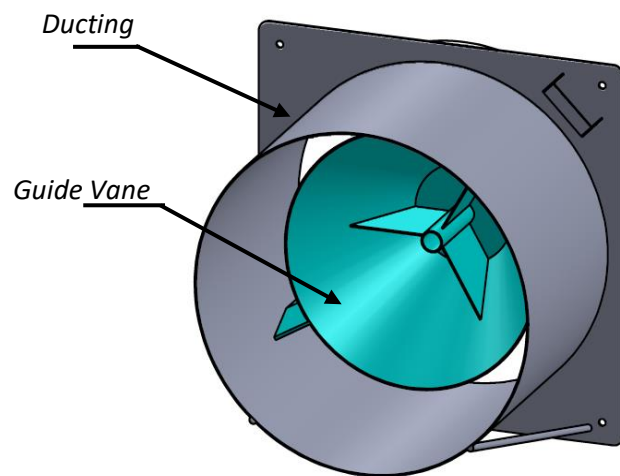
- Fluida dalam kondisi *steady state*
- Fluida tak termampatkan (*incompressible*)
- Kondisi temperatur operasi konstan (isothermal)

Tabel 2. Data Parameter Simulasi

No	Parameter Batas	Nilai / Kondisi Batasan
1	Jenis aliran	<i>Internal flow</i>
2	Jenis simulasi	<i>Steady flow</i>
3	Jenis fluida	Udara (<i>air</i>)
4	Material <i>Ducting</i>	SS41
5	<i>Air inlet velocity (m/s)</i>	4
6	<i>Operating pressure (atm)</i>	1
7	<i>Operating temperature (°C)</i>	48

2. Konsep Desain *Ducting*

Dalam rangka meningkatkan potensi desain yang akan dibuat akan dipelajari desain yang terdahulu serta memikirkan aspek ringkas dan mudah untuk dipasang ke dalam unit kondensor serta memiliki kinerja yang optimal dalam mendistribusikan hembusan angin yang keluar dari kipas kondensor dan juga bentuk yang ergonomis. Metode yang digunakan untuk membandingkan kinerja dari keluaran *profile ducting* dengan menggunakan CFD untuk desain geometri *ducting* serta variasi pembanding *profile design ducting* menggunakan *software solidworks*.

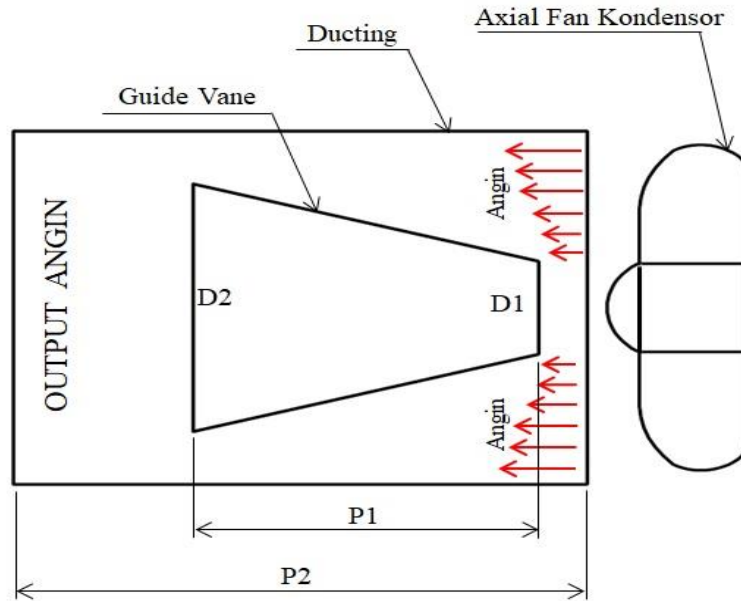


Gambar 2. Konsep desain ducting

3. Proses Simulasi

Simulasi dilakukan untuk memperoleh data yang berkaitan dengan fenomena fenomena di saluran *ducting* dan *guide vane ducting* serta variasi desain *profile ducting* sebelum terkena permukaan *blade* generator. Proses simulasi menggunakan perangkat lunak ANSYS Fluent 18.1. Tahapan-tahapan simulasi dijelaskan sebagai berikut:

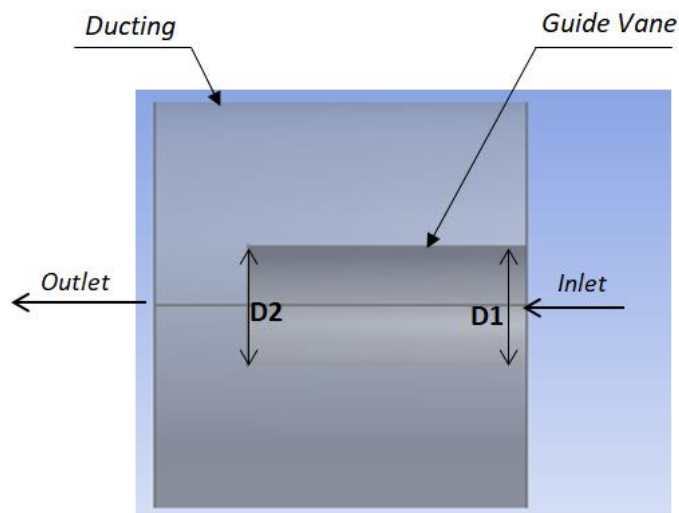
Proses Geometri: Tahap geometri adalah proses memasukan pemodelan yang telah dibuat di perangkat lunak Solidworks 2017 dan kemudian di *import* ke dalam perangkat lunak ANSYS Fluent 18.1. Variasi desain yang dilakukan ialah menggunakan perbandingan diameter ($D1$) *guide vane* dengan diameter ($D2$) *ducting* $\frac{D1}{D2}$.



Gambar 3. Skema konsep perbandingan diameter guide vane

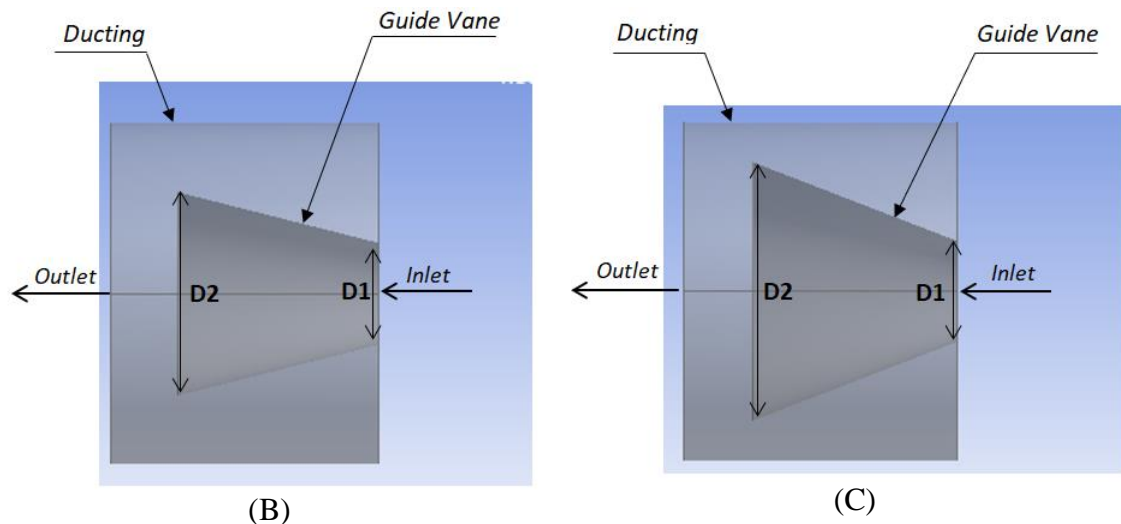
Tabel 3. Perbandingan dimensi konsep variasi desain

Tipe Variasi ($\frac{D1}{D2}$)	Diameter Guide vane (D1)	Diameter Guide vane (D2)
A ($\frac{1}{1}$)	140 mm	140 mm
B ($\frac{1}{2}$)	140 mm	280 mm
C ($\frac{1}{2.5}$)	140 mm	350 mm



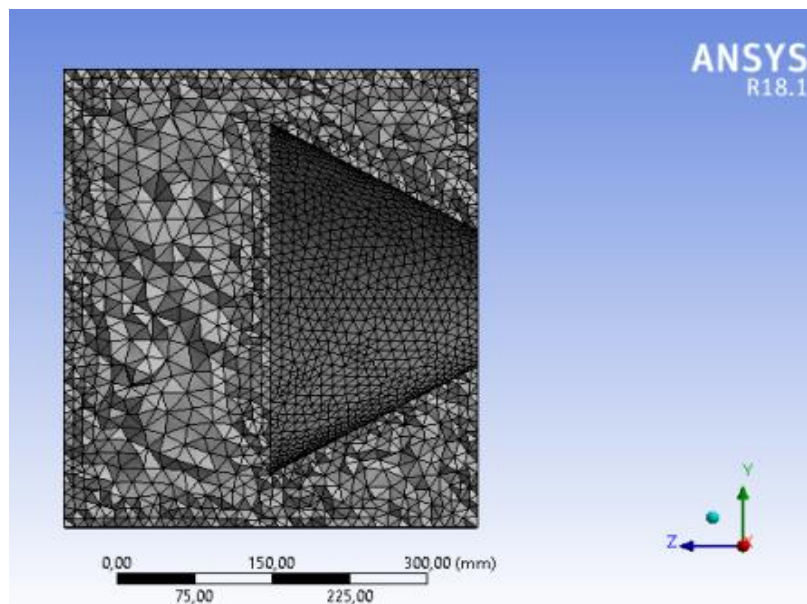
(A)

Gambar 4. Geometri Konsep Perbandingan Diameter Guide Vane



Gambar 5. Geometri Konsep Perbandingan Diameter *Guide Vane* (lanjutan)

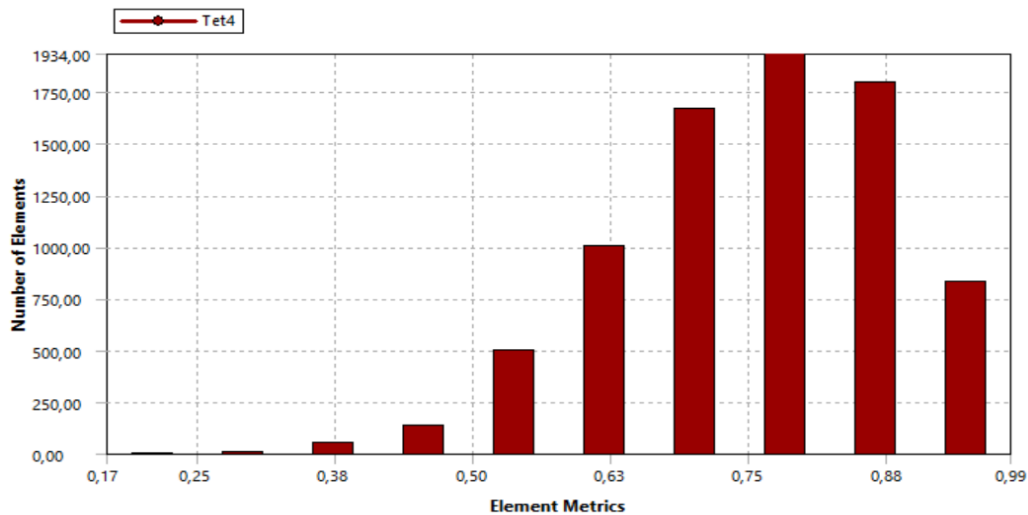
Proses Meshing: Tahap selanjutnya setelah mendefinisikan geometri adalah *meshing*. Tahap ini akan *domain* menjadi bagian-bagian kecil dan dihubungkan dengan titik (*nodes*). Semakin kecil elemen *meshing* maka akan semakin akurat hasil yang diperoleh. Adapun hasil *meshing* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Meshing* Konsep Perbandingan Diameter *Guide Vane*

Tabel 4. Nilai Hasil Meshing Konsep Desain *Ducting*

No	Tipe Variasi	STATISTIK			
		<i>Nodes</i>	<i>Elements</i>	<i>Elements Quality (average)</i>	<i>Mesh Metric</i>
1	Variasi A	1811	8203	0,75	<i>Orthogonal Quality</i>
2	Variasi B	1805	8032	0,75	<i>Orthogonal Quality</i>
3	Variasi C	1804	7865	0,76	<i>Orthogonal Quality</i>



Gambar 7. Mesh Metric

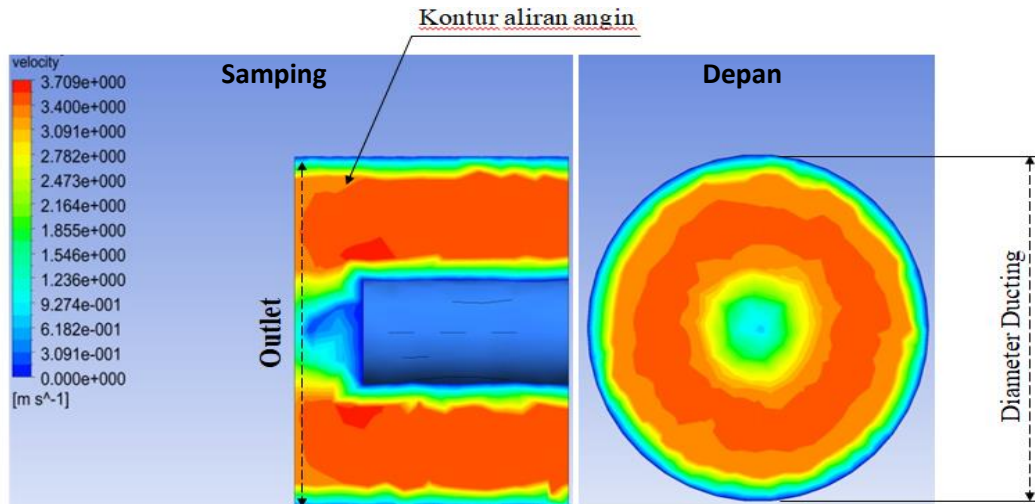
Proses Setup: Pada tahap ini, dilakukan beberapa pengaturan terkait permasalahan yang akan dianalisis. Langkah yang dilakukan meliputi pengaturan tipe analisis berupa analisis *steady state*, *boundary condition*, kecepatan, dan jenis fluida yang digunakan dalam proses simulasi berikut adalah parameter yang akan digunakan untuk melakukan *setup* dengan data pada Tabel 5:

Tabel 5. Parameter Kondisi Batas

No	Kondisi Batas	Desain Rasio Diameter Guide Vane (D1/D2)		
		Variasi A	Variasi B	Variasi C
Inlet				
1	Type	<i>velocity- inlet</i>	<i>velocity- inlet</i>	<i>velocity- inlet</i>
	Kecepatan	4 m/s	4 m/s	4 m/s
	Temperatur	321 K	321 K	321 K
Outlet				
2	Type	<i>pressure-outlet</i>	<i>pressure-outlet</i>	<i>pressure-outlet</i>
	Pengukuran tekanan	0 pa	0 pa	0 pa
Dinding ducting				
3	Type	<i>Wall</i>	<i>Wall</i>	<i>Wall</i>
	Shear condition	<i>No slip</i>	<i>No slip</i>	<i>No slip</i>
	Material	Alumunium	Alumunium	Alumunium

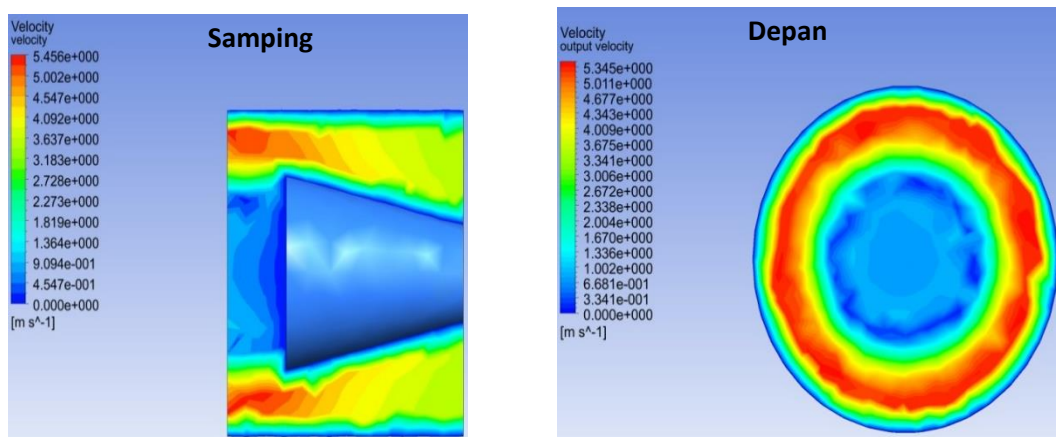
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dan hasil penelitian adalah berupa kontur kecepatan aliran angin yang terjadi di area *profile ducting* terutama outlet *bagian ducting* yang dimana hasil dari simulasi adalah menggunakan perbandingan konsep variasi diameter (D1) *guide vane* dengan diameter (D2) *ducting* $\frac{D1}{D2}$ sehingga akan menghasilkan kecepatan angin yang beragam dan bervariasi berikut adalah kontur hasil dari simulasi menggunakan *properties setting* yang telah dijelaskan diatas serta menggunakan parameter *setting* yang telah di dapatkan melalui proses pengukuran dan studi literatur yang telah dilakukan berikut adalah hasil dari simulasi yang telah dilakukan beberapa tahap diatas:



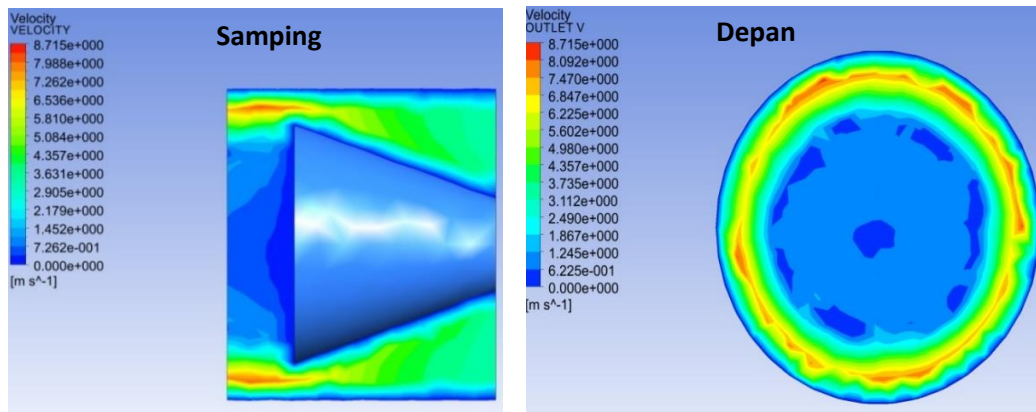
Gambar 8. Hasil kontur kecepatan angin variasi desain A

Dari hasil Gambar 8 terlihat kontur kecepatan aliran udara pada ducting terlihat sama saat pada *outlet ducting*. Hal ini karena diameter *guide vane* D1 dan D2 sama sehingga penambahan kecepatan aliran angin, efek dari kontinuitas tidak ada. Didapat kecepatan keluaran pada *profile ducting* ini menghasilkan kecepatan maksimal 3,7 m/s pada *outlet*.



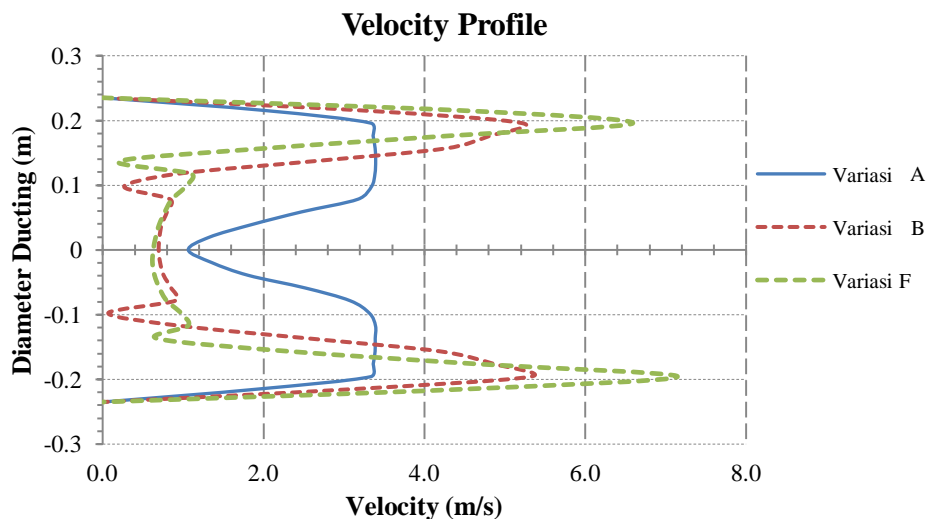
Gambar 9. Hasil kontur kecepatan angin variasi desain B

Dari hasil Gambar 9 terlihat kontur kecepatan pada sisi inlet terdapat penambahan kecepatan pada sisi outlet. Hal ini dikarenakan ada nya penyempitan pada luasan penampang *outlet* dan karena hukum kekontinuitasan massa maka ada efek penambahan kecepatan. Besaran kecepatan angin yang dihasilkan dari *outlet ducting* hanya sebesar 5m/s dan ini lebih besar dibandingkan kecepatan yang dihasilkan variasi A.



Gambar 10. Hasil kontur kecepatan angin variasi desain C

Dari hasil Gambar 10 menggunakan perbandingan variasi C yang dimana menggunakan 1:2.5 terhadap D1 dengan D2 dan menghasilkan aliran angin paling besar dibandingkan variasi lainnya. Hal ini akan sangat mendukung desain turbin aksial yang akan dipasang pada keluaran *outlet ducting*..



Gambar 11. Hasil perbandingan kecepatan aliran angin

Dari hasil Gambar 11 perbandingan variasi desain, *profile ducting* yang mampu memaksimalkan keluaran angin yang dihembuskan oleh kondensator adalah desain *ducting* variasi C dengan menghasilkan besaran keluaran angin mencapai 7 m/s sampai 7,2 m/s yang dimana menghasilkan keluaran angin yang mampu menggerakkan dan memutarakan *blade* bisa lebih cepat.

KESIMPULAN

Setelah melakukan analisa aliran fluida dengan metode CFD melalui simulasi dapat terlihat fenomena aliran yang terjadi didalam *profile ducting* dimana aliran dapat berubah lebih besar dibanding aliran awal melalui variasi desain *ducting* dan desain *guide vane* karena dalam melakukan pembesaran diameter D2 terhadap *guide vane* dimana dimensi ukuran mengikuti pola aliran angin yang akan mengalir di dalam *profile ducting*. Dengan melakukan perbandingan konsep variasi desain diameter (D2) pada *guide vane* dapat menghasilkan keluaran angin yang sangat maksimal yaitu kecepatan aliran angin sebesar 7,2 m/s untuk desain variasi C . Hal ini sangat membantu mengarahkan keluaran angin dan

sekaligus mempercepat kecepatan putaran *blade* generator. Untuk menghasilkan hasil yang akurat dan *valid* dalam penelitian selanjutnya peneliti dapat melakukan metode *inlet velocity* menggunakan *User Defined Functions* (UDF) agar hasil penelitian yang di dapatkan lebih akurat.

REFERENSI

- [1] R. Azzamudin and M. Effendy, “Analisis Distribusi Aliran Udara pada Ruangan Dengan Variabel Temperatur dan Penempatan AC Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics (CFD),” *Repos. Univ. Muhammadiyah surakarta*, 2017.
- [2] R. Nanang, Gunarto, and E. Sarwono, “Study Eksperimental Berbagai Macam Jenis Sudu Turbin Angin Sumbu Horisontal Skala Laboratorium,” *Repos. Univ. Muhammadiyah Pontianak*, vol. 3, no. 2, pp. 113–120, 2017.
- [3] T. S. Kannan, S. A. Mutasher, and Y. H. K. Lau, “Design and flow velocity simulation of diffuser augmented wind turbine using CFD,” *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 372–384, 2013.
- [4] F. K. Agung, Fuad, “Computational fluid dynamics (CFD) simulation and comparison for different numbers of baffles to reduce concentration polarization effects in membrane tubes,” *J. Eng. Technol. Sci.*, vol. 49, no. 1, pp. 115–132, 2017.