

Studi Numerik Pengaruh Geometri dan Desain *Diffuser* untuk Peningkatan Kinerja DAWT (*Diffuser Augmented Wind Turbine*)

Adhana Tito Hary Wibowo^{1*}, Ruri Agung Wahyuono¹ dan Gunawan Nugroho¹

¹Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
Kampus ITS Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111

*Korespondensi penulis, e-mail: tito11@mhs.ep.its.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan studi numerik pengaruh variasi sudut *flange* terhadap kinerja *diffuser* pada DAWT dengan menggunakan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik aliran, yaitu profil kecepatan dan tekanan statik, terhadap pengaruh geometri berupa kemiringan sudut *flange* datar. Verifikasi kondisi awal komputasi dengan membandingkan hasil simulasi terhadap data kuantitatif dari eksperimen Ohya dkk. (2008). Analisis kualitatif ditunjukkan berupa kontur kecepatan, *streamline* dan vektor kecepatan aliran. Analisis kuantitatif ditunjukkan berupa grafik perubahan profil kecepatan relatif dan koefisien tekanan aliran. *Streamline* pada hasil simulasi menunjukkan adanya efek pengeblokan aliran akibat adanya *flange* dengan sudut 90°. Efek ini yang menjadi salah satu penyebab terbentuknya vorteks aliran di sisi belakang *diffuser*. Vektor kecepatan memberikan prediksi arah aliran terhadap pengurangan *tip losses* pada aliran sisi belakang *diffuserflange*. Hasil analisis kuantitatif menunjukkan kinerja *diffuser* terbaik diperoleh pada geometri *diffuser* dengan sudut *flange* 90° dengan kecepatan tertinggi di dalam interior *diffuser* sebesar 9,82 m/s atau 1,96 kali kecepatan *freestream* dan koefisien tekanan statik sebesar -2,85.

Kata kunci: *Diffuser* DAWT, *Flange*, Profil kecepatan, Tekanan statik, CFD.

ABSTRACT

Numerical study was conducted on the effect a variation of flange angle on diffuser DAWT performances using Computational Fluid Dynamics (CFD). This research objective is to perform and analyze the flow characteristics such as Velocities profile and static pressure profile on the effect of diffuser's flat flanged tilt angle. Verification of computation condition result by comparing data qualitative data and quantitative data Ohya's experiment, (2008). Qualitative analysis showed by velocity contour, streamline contour and velocity vector. Quantitative result showed by the velocity increased profile and static pressure profile graph. The streamline of simulation result showed the biggest blockage effect due to of airflow is flange with angle 90°. This effect caused the vortex formation at back side of flange. Velocity vector contour given prediction on direction of stream flow tip losses reduction at the backside of flanged diffuser. Quantitative data showed flow performance in interior diffuser with top increased velocity augmentation of flanged diffuser is angle 90° by 9,82 m/s or 1,96 times freestream velocities and static pressure coefficient value by -2.85.

Keywords: *Diffuser* DAWT, *flange*, Velocity Profile, Static Pressure, CFD

PENDAHULUAN

Salah satu faktor yang menghambat perkembangan pemanfaatan teknologi sistem konversi energi angin di Indonesia, disebabkan karena profil kecepatan angin berkisar maksimum 5 m/s, serta fluktuasi kecepatan angin yang tinggi [1]. Diperlukannya usaha dan inovasi untuk memaksimalkan pemanfaatan kecepatan angin di daerah yang memiliki potensi profil kecepatan rendah. Beberapa cara yang telah dilakukan untuk meningkatkan daya putaran rotor turbin angin antara lain reka-

yasa pada desain airfoil *blade* atau sudu, rekayasa pada desain mekanis rotor dan rekayasa pada bentuk dan desain geometri selubung *diffuser* untuk pengembangan *diffuser augmented wind turbine* atau DAWT [2].

Penelitian DAWT saat ini berfokus untuk menemukan daya keluaran maksimum turbin angin berselubung (*shrouded*) *diffuser* berdasarkan karakteristik fisis aliran yang terjadi melalui studi numerik atau eksperimental. Penelitian mengenai medan aliran di sekitar *diffuser* ber-*flange* menjelaskan adanya pengaruh munculnya vorteks di sisi bela-

kang yang membuat efek daya menghisap menuju daerah keluaran *diffuser* dan juga diteliti faktor dari koefisien pembebanan, sudut bukaan dan bentuk separasi yang terjadi [3].

Salah satu penelitian yang bertujuan mendapatkan kombinasi terbaik dari pengembangan selubung kosong telah dilakukan oleh Ohya dengan menguji tiga bentuk geometri selubung berupa *nozzle*, silinder dan *diffuser*. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa nilai peningkatan kecepatan terbesar didapatkan oleh bentuk *diffuser*. Penelitian selanjutnya untuk mendapatkan bentuk modifikasi optimal dari *diffuser* ber-*flange* telah diuji diuji beberapa parameter geometri berupa bukaan sudut *diffuser*, ketinggian *flange*, rasio *hub*, bentuk selubung *inlet* dan *outlet*, variasi rasio panjang *diffuser* (L/D), rasio luasan *inlet* dan *outletdiffuser*. Penelitian ini bertujuan untuk mengarahkan penelitian DAWT selanjutnya berupa penambahan *flange* dengan variasi ukuran tinggi *flange* dengan diameter (h/D). Hasil diperoleh nilai rasio h/D yang optimum adalah 0,25 dengan peningkatan daya keluaran sebesar 4–5 kali dibandingkan turbin biasa tanpa *diffuser* pada data lapangan [4].

Penelitian berikutnya oleh Chaker mengenai studi numerik dan eksperimen model *diffuser* kosong dan *diffuser* dengan diberi rotor. Hubungan antara parameter geometri sudut bukaan dan performa aerodinamik dari DAWT didapatkan bahwa sudut bukaan *diffuser* yang melebihi 10° pada simulasi dan 12° pada eksperimen menyebabkan reduksi peningkatankecepatan relatif [5]. Efek penambahan *flange* datar di ujung *outlet* dapat menghasilkan vorteks yang mampu menurunkan tekanan aliran dibawah tekanan *freestream*, sehingga aliran massa udara yang masuk melalui *diffuser* meningkat diikuti juga peningkatan kecepatan di *inletdiffuser*. Hasil penelitian ini terbukti memiliki performansi yang lebih baik jika dikomparasikan dengan bentuk *diffuser* tanpa adanya *flange*.

Berdasarkan pada landasan penelitian yang telah dilakukan, maka pada penelitian ini dilakukan studi numerik pengembangan *diffuser* dengan pemberian variasi sudut kemiringan *flange*. Kinerja *diffuser* yang optimal dianalisis berdasarkan karakteristik aliran yang ditunjukkan dengan perubahan peningkatan kecepatan relatif aliran internal *diffuser* terhadap kecepatan aliran *freestream* serta besarnya koefisien tekanan statik.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

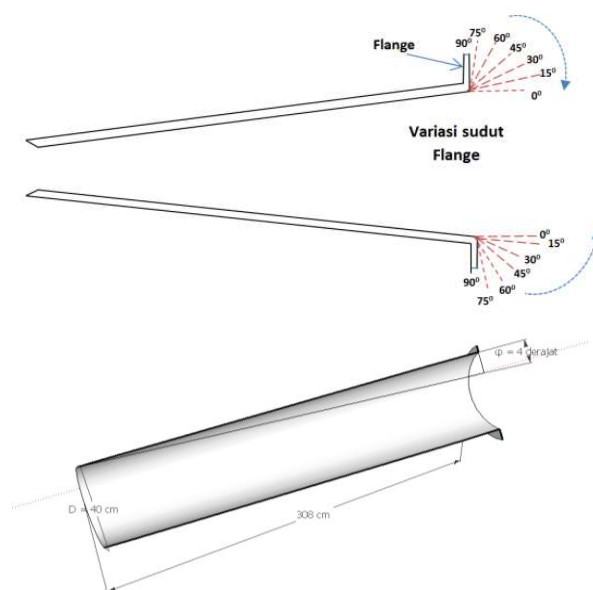
Tahap awal adalah mendesain geometri dari *diffuser* irisan sisi dua dimensional, dengan pertimbangan dapat digunakan untuk verifikasi awal model geometri simulasi yang telah dibuat mengacu dari penelitian sebelumnya. Dimensi geometri yang dibuat berdasarkan dimensi dari model *diffuser* eksperimen yang telah dilakukan dalam pengujian

aliran *smoke-wire* dalam terowongan angina [4]. Hasil verifikasi dengan membandingkan dari data profil peningkatan kecepatan angin dan koefisien tekanan statik di garis tengah. Data perbandingan harus dipastikan memiliki kesamaan tren data eksperimen. Jika hasil verifikasi sudah benar, kondisi parameter simulasi sebagai acuan kondisi simulasi variasi sudut kemiringan sudut *flange*. Kondisi pada simulasi, aliran udara dianggap *steady* dan inkompresibel. Model turbulensi RANS-(*Reynolds Averaged Navier-Stokes*) k- ω SST (*shear stress transport*).

Variasi kemiringan sudut *flange* tersebut dibandingkan hasilnya untuk diketahui nilai perbandingan kuantitatif dari distribusi profil peningkatan kecepatan dan distribusi koefisien tekanan statik sehingga dapat dilihat nilai maksimum dari kedua paramter tersebut. Perbandingan kualitatif penelitian dengan membandingkan gambar kontur kecepatan, *streamline* dan vektor kecepatan untuk dianalisa terhadap kemungkinan efek yang ditimbulkan, penempatan *blade* didalam interior di posisi titik kecepatan maksimum berada. Analisa selanjutnya berupa dugaan mengenai penempatan rotor bilah atau *blade* dikeluarkan *diffuser* yang diduga memiliki kemampuan dalam mengurangi dan mereduksi *tip losses* pada ujung *blade* dengan adanya *flange*.

Tahap Preprocessing

Tahap *Preprocessing* dimulai dengan pembuatan geometri dasar penampang irisan dua dimensi, seperti yang ditunjukkan Gambar 1. Langkah berikutnya dengan menggambar daerah kondisi batas serta melakukan *meshing* model. Penentuan variasi dari model berupa kemiringan sudut *flange* antara 0° hingga 90° . Hal ini mengacu karena penelitian sebelumnya seperti ilustrasi pada Gambar 1.



Gambar 1. Penampang Irisan Membujur *Diffuser* dan Variasi Sudut *Flangediffuser*.

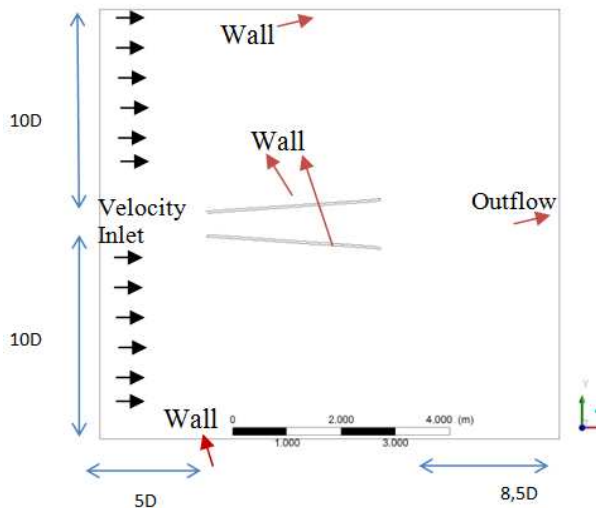
Proses menggambar dilakukan mulai dari entitas geometri terendah berupa titik, selanjutnya dihubungkan menjadi garis dan dibentuk menjadi bidang sebagai entitas tertinggi pada model 2 dimensi berupa bidang, berikut Tabel 1. Spesifikasi model irisan dua dimensi dari *diffuser*.

Penentuan ukuran kondisi batas seperti ditunjukkan Gambar 2. Ukuran dimensi D yang merupakan diameter dari inlet *diffuser* ekuivalen dengan ukuran 40 cm. Kondisi batas masukan aliran *freestream* berukuran 20D didefinisikan *Velocity Inlet*. Untuk kondisi batas sisi atas dan bawah dianggap dinding *non slip (wall)*. Kondisi keluaran aliran didefinisikan sebagai *outflow*. Kondisi batas sisi penampang irisan *diffuser* dianggap sebagai *wall*, Bilangan Reynolds sesuai perhitungan dengan nilai $1,36 \times 10^5$.

Penentuan kondisi batas dan dimensi domain komputasi mengadaptasi kondisi parameter penelitian pada referensi [3, 4]. Berikut ini skema dari kondisi batas dimensi *diffuser*.

Tabel 1. Ukuran Model *Diffuser* 2 Dimensi.

Spesifikasi	Dimensi/Ukuran
Panjang	308 cm
Diameter	40cm
Rasio panjang-diameter (L/D)	7,7
Ketebalan	4 cm
Ukuran tinggi <i>flange</i>	10 cm
Skala	1:1
Sudut Buka	4°



Gambar 2. Kondisi Batas *Diffuser* pada Simulasi.

Tabel 2. Properti Kondisi Batas Simulasi

Nama Kondisi Batas	Dimensi	Tipe Kondisi batas
Inlet	800 cm	Velocity Inlet
Outlet	800 cm	Outflow
<i>Diffuser</i>	D= 40cm l= 308cm	Wall
Sisi atas-bawah	848 cm	Wall

Tahap diskritisasi dilakukan dengan *mesh* garis. Nilai *gradingmesh* diatur dengan ukuran dan kerapatan semakin kecil di daerah dekat dinding *diffuser*. Hasil interval *mesh* yang akan mengikuti ukuran kerapatan *mesh* garis. Nilai toleransi *mesh* diupayakan mampu memiliki nilai deviasi yang paling kecil. Hasil *mesh* ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.

Tahap Solving

Tahap berikut adalah perhitungan iterasi dengan program CFD. Tahap ini mencakup penentuan skala, penentuan metode *solver*, *Viscous model* yang dipakai. *Viscous model* yang digunakan adalah persamaan energi dan model turbulen dua persamaan, *k- ω SST (Shear stress Transport)* yang berasal dari persamaan yang diturunkan dari Kolgomorov pada model standar dengan memperhitungkan proses fisis dan analisis dimensi dan *k- ω SST* berasal dari Menter [6].

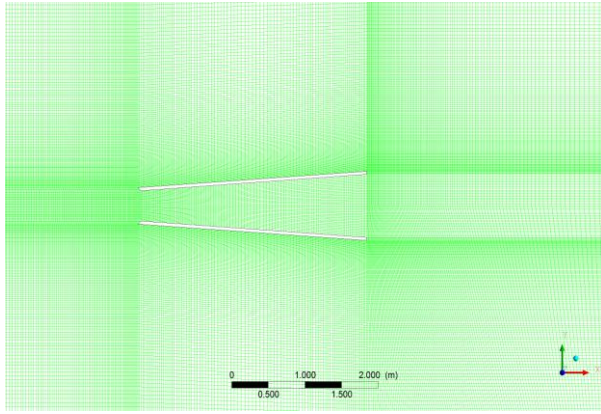
Tahapan ini juga menentukan kondisi batas dan kriteria konvergensi hingga menghitung iterasi dengan menggunakan persamaan yang ditentukan hingga bernilai konvergen. Model persamaan ini dipilih karena mampu memprediksi aliran didekat kondisi batas dinding (*wall*) lebih akurat dan stabil. Material kontinum adalah fluida udara (air), kondisi *solid material* didefinisikan bahan Aluminium. Batas iterasi 1000 kali iterasi. Kriteria konvergensi untuk iterasi yang digunakan dalam kondisi 0,001 untuk persamaan energi sebesar 10^{-6} . Berikut penentuan beberapa parameter simulasi pada tahap *Solving* pada Tabel 3.

Tabel 3. Penentuan Parameter Simulasi pada Tahap *Solving*

Parameter	Keterangan
<i>Viscous Model</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Energy Equation</i> • <i>K-ω sst (Shear stress Transport)</i>
Model Geometri	<i>(2ddp)2</i> dimensi, <i>Double Precision</i>
Material	<i>Fluid: Udara</i>
Property	<i>Solid: Aluminum plate</i>
Keadaan	<i>Steady</i>
Batas Iterasi	<i>1000</i>
Maksimum	
<i>Velocity Magnitude</i>	<i>5 m/s</i>
Kriteria Iterasi	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Continuity 0,001</i> • <i>x-velocity 0,001</i> • <i>y-velocity 0,001</i> • <i>energy 10^{-6}</i> • <i>k 0,001</i> • <i>omega (ω) 0,001</i>
Konvergensi	

Tahap Post-Processing

Tahapan *post-processing* ini adalah tahap saat data hasil perhitungan iterasi CFD, ditampilkan berupa visualisasi meliputi gambar kontur distribusi kecepatan, arah vektor kecepatan dan aliran *stream-line* pada daerah sekitar *diffuser* dengan variasi objek pada sudut *flange* seperti tampilan kontur.



Gambar 3. Hasil mesh dari Model *Diffuser*.

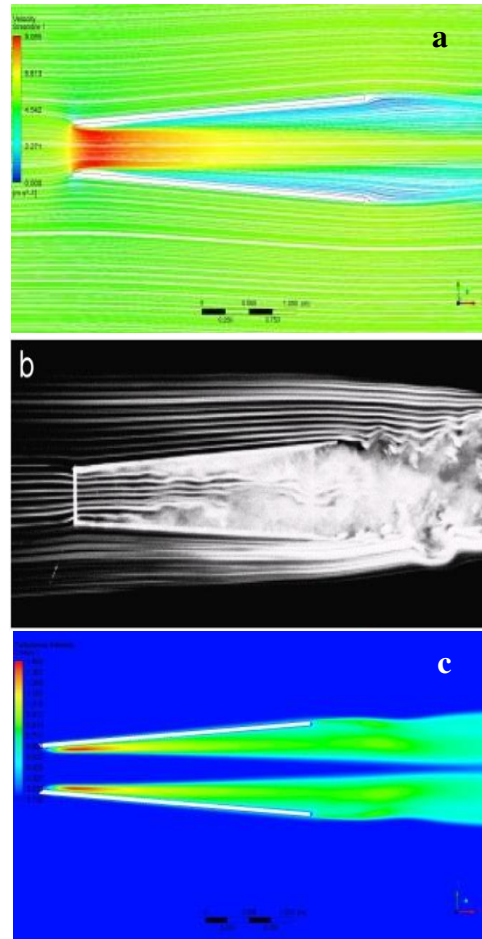
Hasil dari *Post-processing*, diambil data dalam bentuk nilai parameter fisis kecepatan, tekanan statik, untuk diolah menjadi data profil peningkatan kecepatan dan profil koefisien tekanan statik, dibandingkan nilainya secara kuantitatif dalam bentuk plot grafik, hasil simulasi model dari eksperimen Ohya selanjutnya dibandingkan sebagai verifikasi.

Verifikasi hasil simulasi untuk *diffuser* tanpa *flange* dilakukan dengan membandingkan terhadap hasil eksperimen Ohya [3,4]. Verifikasi dilakukan dengan menganalisis dari bentuk eksperimen mulai dari dimensi geometri hingga kondisi batas komputasi. Diambil sebanyak 100 titik sampel data hasil simulasi berupa distribusi profil peningkatan kecepatan (U/U_∞) dan distribusi koefisien tekanan statik (C_p) pada posisi sumbu tengah interior *diffuser* (*centerline axis*).

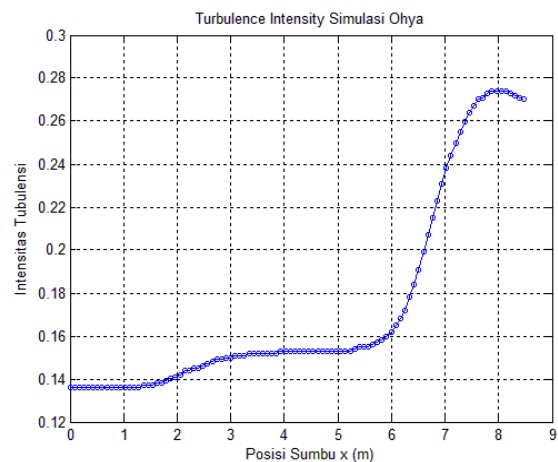
Verifikasi ini bertujuan membandingkan nilai hasil simulasi mampu mendekati nilai dari hasil eksperimen baik berupa kualitatif maupun kuantitatif. Berdasarkan perbandingan kualitatif eksperimen Ohya yang menggunakan teknik *smoke-wire* untuk menghasilkan visual aliran *streamline* (Gambar 4.b) ditunjukkan garis-garis aliran mengalir menuju *inlet* dengan masih kondisi laminar. Ketika aliran mulai masuk menuju interior *diffuser* pada daerah tengah mulai munculnya transisi dari laminar ke turbulen dan di hilir ujung keluaran *diffuser* terjadi turbulensi yang ditandai dengan munculnya vorteks. Pada simulasi gambar *streamline* yang ditampilkan belum bisa menunjukkan adanya vorteks seperti pada hasil eksperimen. Hal ini dipengaruhi faktor penggunaan medium visualisasi yang digunakan antara penggunaan asap atau *smoke* sebagai medium visualisasi aliran pada saat eksperimen.

Sifat asap sebagai medium visualisasi aliran memiliki nilai sifat yang berbeda dengan udara biasa. Faktor parameter fisis medium visualisasi seperti perbedaan densitas, viskositas dan nilai konduktivitas dapat mempengaruhi hasil perbedaan visualisasi aliran. Pendekatan dilakukan dengan membandingkan hasil dari kontur intensitas turbulensi untuk membuktikan turbulensi yang terjadi

disisi belakang *diffuser*, terlihat kontur mampu menunjukkan kontur tingkat turbulensi lebih tinggi dengan warna kontur kehijauan. Serta plot berikut dari hasil grafik turbulensi juga menunjukkan tren peningkatan turbulensi (Gambar 5).



Gambar 4. Verifikasi Kualitatif Simulasi dan Eksperimen: (a) *Streamline* aliran pada simulasi (b) *Streamline* aliran pada eksperimen Ohya (c) Kontur intensitas turbulensi pada hasil simulasi aliran dalam *diffuser*.

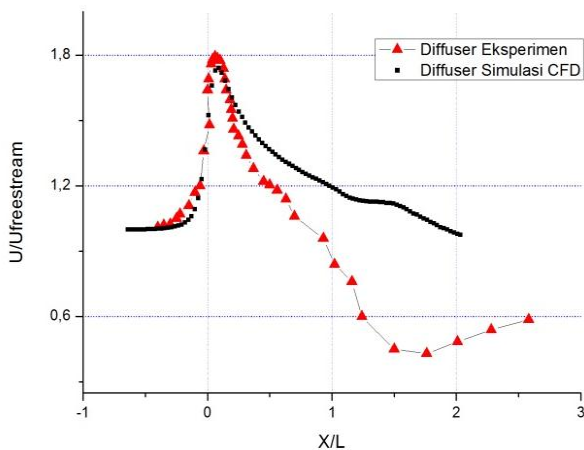


Gambar 5. Grafik intensitasi turbulensi terhadap posisi sumbu x.

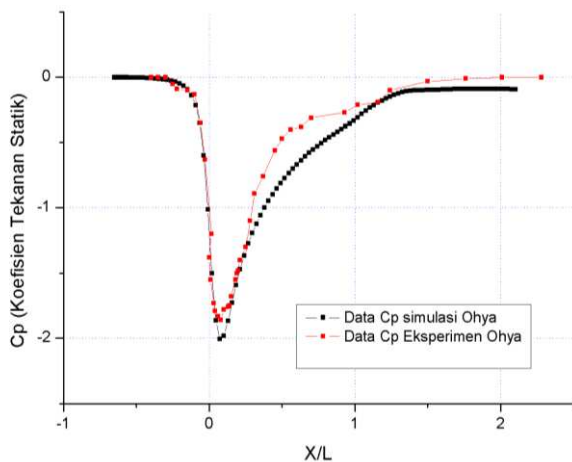
Parameter kuantitatif verifikasi berupa perbandingan profil kecepatan aliran antara hasil simulasi CFD dan eksperimen yang telah dilakukan Ohya. Gambar 6 berupa perbandingan profil peningkatan kecepatan dalam interior *diffuser* sedangkan Gambar 7 profil koefisien tekanan statik.

Berdasarkan Gambar 6 ditunjukkan bahwa nilai perbedaan peningkatan kecepatan pada eksperimen tertinggi mencapai nilai 1,795 kali kecepatan *freestream* dibandingkan dengan nilai simulasi hanya mencapai 1,74 kali kecepatan *freestream*.

Gambar 7 menunjukkan perbandingan koefisien tekanan statik hasil eksperimen dan simulasi. Nilai koefisien statik terendah dicapai pada simulasi sebesar -1,86 dibandingkan dengan simulasi sebesar -2,0. Arti fisis dari koefisien tekanan statik menunjukkan *loss* dari aliran saat aliran udara mengalir yang menunjukkan bahwa secara hukum kontinuitas dan persamaan Bernoulli bahwa nilai perbandingan antara kecepatan dan tekanan dalam *diffuser* berbanding terbalik.



Gambar 6. Verifikasi profil peningkatan kecepatan hasil eksperimen dan simulasi.



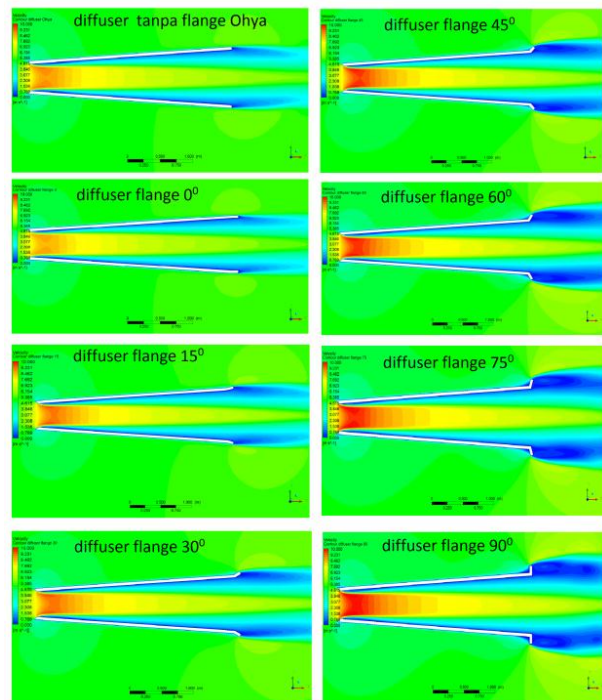
Gambar 7. Verifikasi Nilai Koefisien Tekanan Statik Hasil Eksperimen dan Simulasi.

Hasil Simulasi Kontur Kecepatan Aliran pada Diffuser dengan Variasi Sudut Flange

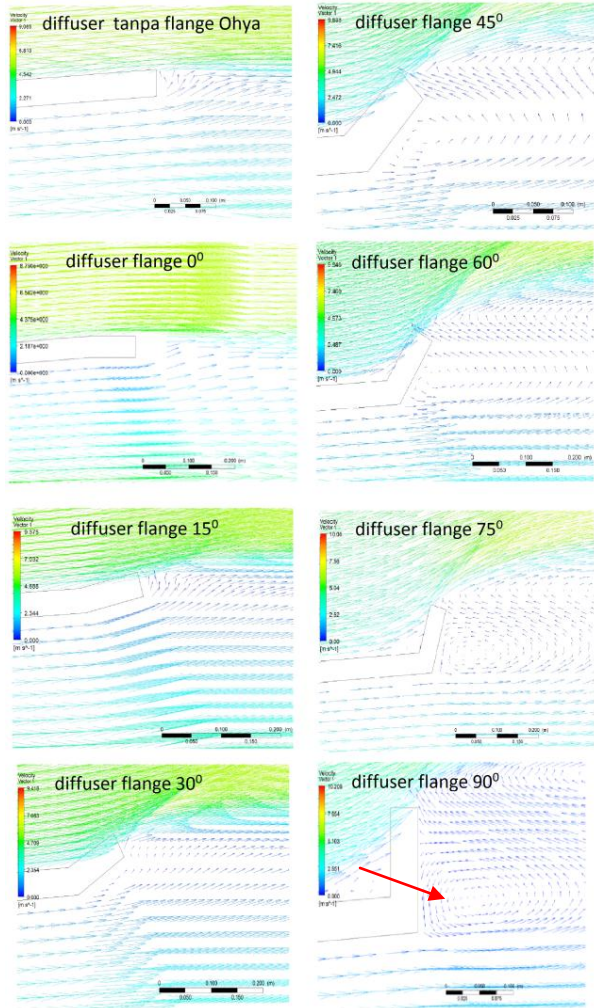
Pada Gambar 8 ditunjukkan kontur kecepatan aliran pada *diffuser* hasil simulasi. Nilai kecepatan aliran tertinggi ditunjukkan pada saat posisi di depan inlet *flange* dengan warna kemerahan, lalu nilai kecepatan semakin menurun seiring menuju ke arah keluaran *diffuser*. Hal ini sesuai dengan prinsip kontinuitas bahwa luas daerah penampang aliran masuk semakin besar sehingga berbanding terbalik dengan kecepatan. Efek pengeblokan aliran terbesar pada Gambar 8. Hal ini ditunjukkan dengan adanya daerah kontur kecepatan rendah dibelakang *flange* dan efek terbesar terdapat pada *diffuser* dengan sudut *flange* 0°

Data-data kontur kecepatan pada Gambar 8 memiliki bentuk kemiripan kontur kecepatan pada *diffuser* yang disimulasikan pada penelitian yang lain [5]. Kontur menunjukkan formasi pembentukan vorteks di sisi belakang *flange* atau *brim* mampu menghasilkan daerah bertekanan sangat rendah dari daerah tekanan sekitar. Data kontur ini didukung dengan data profil distribusi koefisien tekanan statik.

Gambar 9 menunjukkan vektor kecepatan aliran pada daerah ujung atau *tip flangediffuser* bagian hilir *outlet*. Perbandingan yang bisa dilihat pada gambar saat *diffuser* model Ohya tanpa *flange* dimana aliran dari dalam interior *diffuser* bertemu dengan vektor kecepatan yang lebih tinggi di ujung keluaran *diffuser* menghasilkan separasi aliran.



Gambar 8. Kontur Kecepatan Aliran pada *Diffuser* dengan Variasi Sudut *Flange*.



Gambar 9. Kontur Vektor Kecepatan Aliran pada Ujung *Flange Diffuser* dengan Variasi Sudut *Flange*.

Berdasarkan Gambar 9 pusran dapat dilihat lebih jelas ditunjukkan anak panah yang mengarah membelok berputar, kondisi ini terjadi semakin banyak pusran dihasilkan jika semakin besar kemiringan sudut dari *flange*, semakin kecil kemiringan sudut *flange* membuat pembentukan pusran vorteks semakin kecil.

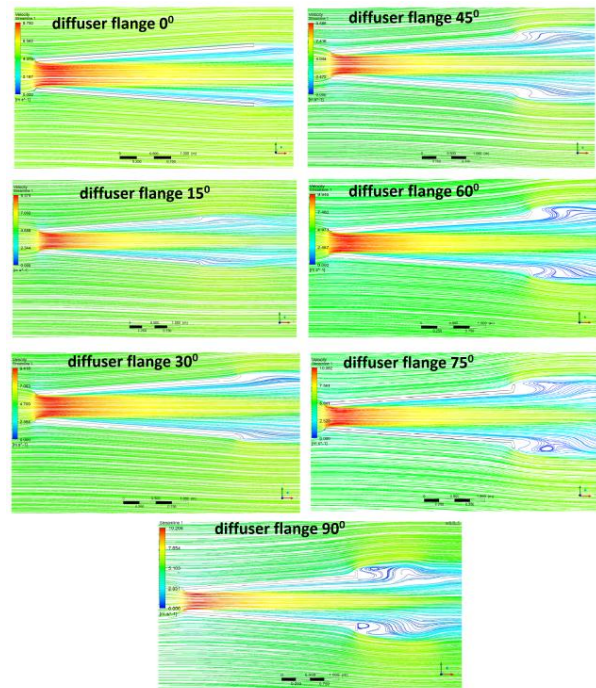
Bentuk dari vektor kecepatan berfungsi sebagai prediksi dalam mereduksi kecepatan *tip* vorteks yang berlawanan dari *tip losses blade* untuk penggunaan *diffuser* sebagai konsentrator. Vorteks paling besar dimiliki oleh *diffuser*, bersudut 0° sehingga kemampuan membelokkan aliran di ujung lebih baik dibanding variasi sudut *flange* lain

Hasil Simulasi Streamline Variasi Sudut Flange

Analisis data dari Gambar 10, perbandingan dari *streamline* kecepatan terhadap sudut *flange* memberikan informasi mengenai aliran *streamline* yang terbentuk dibelakang *flangediffuser*. Karakteristik *streamline* yang dibentuk berbeda setiap variasi sudut. Pembentukan vorteks didukung data

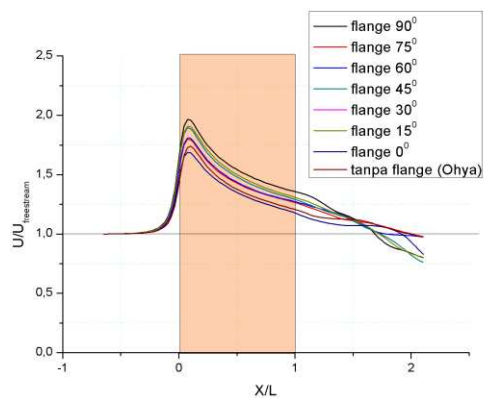
kontur *streamline*. Vorteks terbentuk paling terlihat jelas pada variasi sudut *flange* 90° dan akan semakin berkurang seiring dengan berkurangnya efek penghalang atau pengeblokan aliran dengan semakin bertambahnya kemiringan sudut *flange*.

Analisa lebih lanjut, bentuk *streamline* simulasi dibandingkan dengan pola *streamline* penelitian lain [3,4,5]. Hasil perbandingan bentuk kontur *diffuser* kosong walaupun secara bentuk geometri *diffuser* Chaker memiliki dimensi panjang *diffuser* lebih pendek, namun bentuk pola kontur *streamline* yang sudah sesuai. *Streamline* di sisi belakang sisi *flangediffuser* memberikan bentuk aliran *vorteks* dibelakang *flange* yang semakin melemah apabila kemiringan sudut semakin besar.



Gambar 10. Kontur *Streamline* Aliran pada Variasi Sudut *Flange*.

Perbandingan Profil Peningkatan Kecepatan Relatif pada Perubahan variasi Sudut Flange

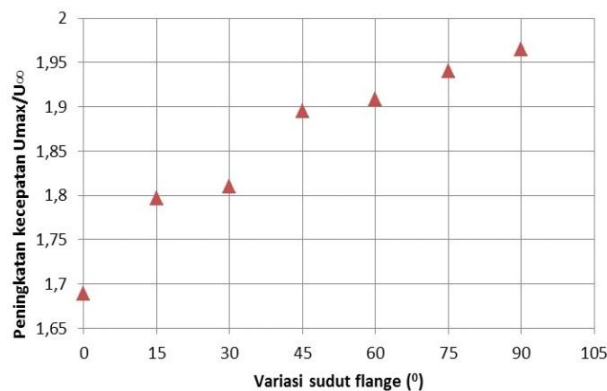


Gambar 11. Perubahanprofil Peningkatan Kecepatan Relatif Aliran pada Masing-Masing Variasi Sudut *Flange*.

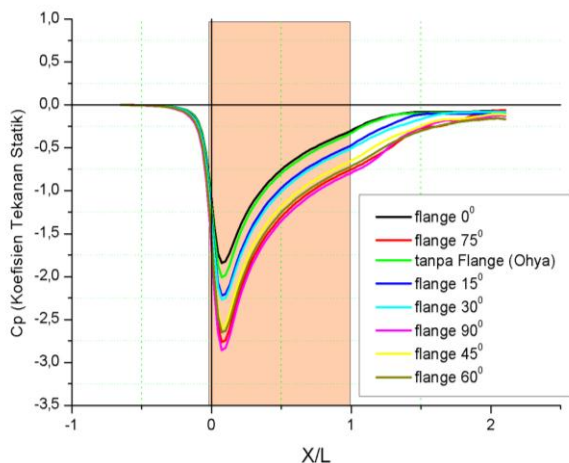
Berdasarkan Gambar 11, analisis profil peningkatan kecepatan aliran di dalam *diffuser* diperoleh kecepatan tertinggi pada kemiringan sudut 90° sebesar 1,96 kali dari kecepatan aliran *freestream* (5 m/s) yaitu sebesar 9,82 m/s ditunjukkan dengan nilai signifikansi distribusi peningkatan kecepatan dalam posisi *inlet* fungsi posisi ditentukan (titik $X/L = 0$) yang dipengaruhi juga penurunan kecepatan yang sangat tajam di daerah outlet (titik $X/L = 1$). Hal ini sesuai dengan hukum kontinuitas, dimana kecepatan akan meningkat jika skala luas *inlet* semakin diperkecil berbanding dengan kecepatan akan semakin menurun saat menuju *outlet diffuser*.

Untuk memperjelas perubahan profil peningkatan kecepatan maksimum yang dicapai setiap variasi, maka dibuat perbandingan setiap variasi sudut dari hasil simulasi dalam Gambar 12.

Berdasarkan Gambar 12, nilai peningkatan kecepatan tertinggi yang dapat dicapai memiliki selisih nilai yang kecil antar variasi sudut *flange*. Peningkatan sudut *flange diffuser* memiliki pengaruh berupa bertambahnya peningkatan kecepatan relatif aliran di dalam interior *diffuser* terhadap kecepatan *freestream*.



Gambar 12. Perubahan Profil Peningkatan Kecepatan Relatif Aliran pada Masing-Masing Variasi Sudut *Flange*



Gambar 13. Perubahan Profil Koefisien Tekanan Statik Aliran pada Masing-Masing Variasi Sudut *Flange*.

Gambar 13 menunjukkan perubahan nilai koefisien statik aliran terhadap perubahan sudut *flangediffuser*. Profil distribusi koefisien tekanan statik merujuk nilai *losses* aliran fluida di dalam interior *diffuser*. Profil tekanan statik memenuhi persamaan Bernoulli yang menyatakan bahwa tekanan statik di suatu titik berbanding terbalik dengan kecepatan di titik tersebut. Berdasarkan nilai koefisien statik di atas, maka performansi terbaik dimiliki oleh *diffuser* dengan sudut *flange* $90^\circ - 75^\circ$.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hasil data variasi profil peningkatan kecepatan tertinggi ditunjukkan pada aliran di dalam *diffuser* dengan sudut *flange* 90° yaitu sebesar 1,96 kali dari kecepatan normal aliran *freestream* (5 m/s) yaitu sebesar 9,82 m/s pada posisi di titik pusat sumbu sejauh 0,07 kali panjang *diffuser* dari *inlet*. Nilai koefisien tekanan statik terendah, yaitu -2,85, juga diperoleh pada variasi sudut *flange* 90° di posisi 0,073 kali panjang *diffuser* dari *inletdiffuser*. Parameter profil tekanan statik dianggap sebagai salah satu parameter penentu dalam menentukan kinerja *diffuser*.

Penambahan *flange* pada belakang *diffuser*, menyebabkan munculnya vorteks. Vorteks dengan tekanan rendah mampu membuat efek menghisap sehingga profil kecepatan aliran pada interior *diffuser* akan meningkat. Data vektor kecepatan di sisi belakang *flange* diprediksi mampu mengurangi tip *losses* antara ujung *blade* dengan bagian belakang *diffuser* untuk penggunaan *diffuser* sebagai konsentrator aliran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Herliyani Suharta. Energy data Indonesia, in *Presentation B2TE- BPPT*, 2007.
- [2] Buyung Kosasih, Tolliceli. A Experimental study of a shrouded Micro-Wind Turbine. *Procedia Engineering*, 49, pp. 92–98, 2012.
- [3] Abe, K. and Yuji Ohya. An investigation of flow field around flanged diffuser using CFD. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 92, pp. 313-330, 2004.
- [4] Yuji Ohya, Takashi, K., Akira, S., and Masa-shiro, I., Development of a shrouded wind turbine with a flanged diffuser. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 96, pp. 524-539, 2008.
- [5] Chaker, R., Kardous, M., Aloui, F.R., Ben Nasrallah. S., *Relationship between Open Angle and Aerodynamics performances of DAWT*. The 4th International Renewable Energy Congress Tunisia. 2012.
- [6] David, C. Wilcox. *Turbulence Modelling for CFD*. DCW Industries, 1993.