

Pengaruh Variasi Sudut Masuk Sudu Sepanjang Span Terhadap Efisiensi Blower Aksial

I.G.K. Adianta , A.A.A. Suryawan, dan I.G.K Sukadana
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh variasi sudut masuk sudu sepanjang span terhadap efisiensi suatu blower aksial. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi sudut masuk sudu yang menghasilkan nilai efisiensi terbaik. Adapun tiga variasi yang diuji yaitu variasi sudut sudu I : $\beta_a=15^\circ$, $\beta_b=20^\circ$, $\beta_c=25^\circ$, variasi sudut sudu II : $\beta_a=20^\circ$, $\beta_b=25^\circ$, $\beta_c=30^\circ$, variasi sudut sudu III : $\beta_a=25^\circ$, $\beta_b=30^\circ$, $\beta_c=35^\circ$. Sudu didesain dengan Autodesk Fusion 360 dan dicetak menggunakan 3dprint dengan motor penggerak 220 V, 50Hz, 1400 rpm. Pada penelitian ini alat uji yang digunakan wind tunnel dan inclined manometer. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai efisiensi terbaik dihasilkan oleh variasi sudut sudu III : $\beta_a=25^\circ$, $\beta_b=30^\circ$, $\beta_c=35^\circ$ dengan nilai 8,4 % dan daya yang diperlukan 28,3 watt. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar sudut masuk sudu maka menghasilkan nilai efisiensi yang lebih tinggi.

Kata Kunci : Blower Aksial, Sudu, Efisiensi

Abstract

Research on the effect of variations in the angle of entry of the blade along the span on the efficiency of an axial blower. This research aims to determine the variation of the angle of entry of the blade that produces the best efficiency value. The three variations that were tested were the blade angle variation blade angle I : $\beta_a=15^\circ$, $\beta_b=20^\circ$, $\beta_c=25^\circ$, variation blade angle II : $\beta_a=20^\circ$, $\beta_b=25^\circ$, $\beta_c=30^\circ$, variation blade angle III : $\beta_a=25^\circ$, $\beta_b=30^\circ$, $\beta_c=35^\circ$. The blade was designed with Autodesk Fusion 360 and printed using a 3dprint with a motor specification 220 V, 50Hz, 1400 rpm . In this research, the test equipment used was a wind tunnel and inclined manometer. The results of research indicate that the best efficiency value is generated by the variation of blade angle III $\beta_a=25^\circ$, $\beta_b=30^\circ$, $\beta_c=35^\circ$. This research show a efficiency value of 8,4 % and the required power of 28.3 watts. This proves that the greater the angle of entry of the blade, the higher the efficiency value.

Keywords: Axial Blower, Blade, Efficiency

1. Pendahuluan

Blower merupakan sebuah alat poros bersudu yang didesain untuk mengalirkan fluida dari satu tempat ke tempat yang lain dalam fase gas seperti udara dan berfungsi untuk menghisap atau menghembus udara di dalam ruang untuk dibuang ke luar atau masuk ke ruangan. *Blower* memiliki peranan yaitu sebagai sistem ventilasi dalam ruang lingkup industri blower diaplikasikan untuk melindungi pencemaran udara di lingkungan pabrik ,hal yang terpenting yaitu mencegah kontaminasi udara, panas, menghindari bahaya, menciptakan lingkungan yang nyaman dan segar, mensuplai oksigen untuk manusia, mengencerkan dan membuang gas beracun dan debu. Pada pembangkit uap (ketel) *blower* merupakan alat penghembus gas buang, sehingga dengan demikian gas asap bisa keluar dengan volume yang besar [1]. Baik industri kecil maupun besar banyak menggunakan *blower* sebagai sistem ventilasi udara dikarenakan memiliki konstruksi yang cenderung sederhana.

Berdasarkan prinsip kerja dari *blower* dapat diklasifikasikan melalui arah gerak dari fluidanya yaitu aksial dan sentrifugal, tiap klasifikasi dari *blower* mempunyai karakteristik masing-masing yang akan mempengaruhi penggunaannya nanti [2]. apabila disandingkan dengan *blower* jenis lain, maka *blower aksial* memiliki sebuah karakteristik kapasitas udara yang besar namun tekanan yang kecil .Maka dengan itu banyak dilakukan modifikasi pada blower agar sesuai dengan kebutuhan dan penggunaannya. *Blower* aksial konstruksinya merupakan blower yang memiliki tipe aliran didalam rotor dan diarahkan secara aksial (alirannya sejajar poros), *blower* aksial tergolong *rotodynamic blower*. Berbeda halnya dengan *blower* sentrifugal, dimana *blower* sentrifugal merupakan blower yang memiliki tipe aliran didalam rotor atau diarahkan secara radial yaitu aliran keluar dari sumbu poros.

Untuk kerjanya sangat tergantung dari desain, bentuk dan jumlah bilah sudu. Sudu merupakan komponen dari *blower* yang

merupakan tempat terjadinya proses perubahan energi mekanis menjadi energi kinetis berupa kecepatan fluida udara [3]. *Blower* aksial umumnya penggunaan jumlah bilah sudu lebih sedikit dua hingga enam bilah. Secara umum desain sudu *blower* aksial yang sering digunakan industry yaitu berjenis *propeller* yang dimana menghasilkan laju aliran udara besar tapi dengan tekanan kecil dan mempunyai konstruksi yang sederhana dan instalasi yang mudah.

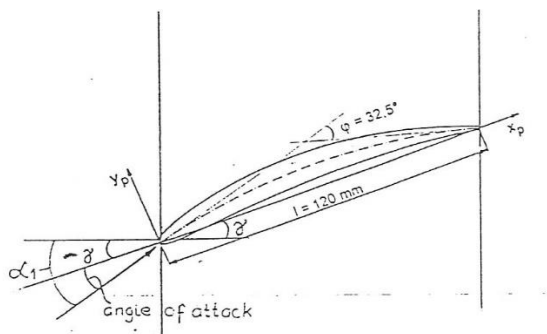
Pada tugas akhir ini penulis tertarik untuk melakukan pengujian karakteristik *blower aksial* khususnya yaitu *sudu blower*. Adapun modifikasi yang di lakukan terkait pada dimensi dari variasi sudut masuk sudu sepanjang span terhadap efisiensi yang dihasilkan. Variasi yang dilakukan adalah membuat tiga variasi sudu *blower* aksial yaitu pada sudut masuk sepanjang span yang bervariasi. Sehingga nantinya dapat dibandingkan efisiensi yang dihasilkan.

Tujuan dari dilakukannya penelitian Adapun tujuan dalam pengujian yang dilakukan adalah: Mengetahui pengaruh variasi sudut masuk sudu sepanjang span terhadap efisiensi suatu *blower* aksial.

2. Dasar Teori

2.2. Sudut Masuk Aliran

Sudut masuk merupakan sebuah celah udara yang keluar dari sisi masuk *blower* aksial, Bila diambil referensi terhadap *chord line*[4], maka dari gambar 1 didapat pengertian yang penting dari sudut aliran masuk sebagai berikut :



Gambar 1. Hubungan antara angle of attack dengan stagger angle [4]

dimana :

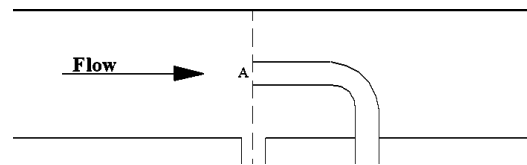
1. Sudut serang (*angle of attack*) adalah yang dibentuk oleh busur pada sebuah *airfoil* (*chord line*) dengan arah aliran udara yang melewatinya (*relatif wind*).
2. *Stagger angle* (γ) sudut antara *chord line* *airfoil* dengan arah aksial

Sudut masuk pada *blower* aksial selalu dibentuk dari garis aksial dengan garis singgung datangnya aliran udara (*relatif wind*), kecepatan relatif dibuat mengikuti kelengkungan sudu atau sudut masuk dapat ditentukan dari pertambahan *angle of attack* (α_1) dengan *stagger angle* (γ). Dengan itu sudut masuk dapat dinotasikan menjadi sudut beta (β_1).

2.3. Perhitungan Perfoma Blower

Pada aliran fluida terdapat terdapat tiga jenis tekanan yaitu tekanan stagnasi atau tekanan total, tekanan dinamis dan tekanan statis. Tekanan dapat di ukur menggunakan pitot tube yang terhubung dan dapat dibaca dengan *inclined manometer*.

Untuk mengetahui tekanan dinamis dapat diketahui dengan mencari perbedaan tekanan stagnasi (P_A) dengan tekanan statis (P_S) adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Pengukuran tekanan stagnasi dan tekanan statis [3]

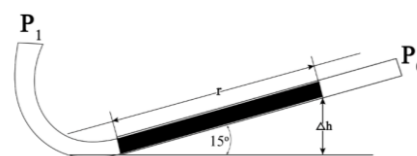
Dengan diketahui tekanan dinamis kecepatan udara dalam *wind tunnel* dapat dicari. Untuk mencari kecepatan fluida didalam pipa didapat dari rumus Bernoulli sebagai berikut.

$$\frac{P_A}{\rho \cdot g} = \frac{P_s}{\rho \cdot g} + \frac{V_A^2}{2 \cdot g} \quad (1)$$

$$V^2 = 2 \cdot g \left[\frac{P_A - P_S}{\rho \cdot g} \right] \quad (2)$$

$$\left[\frac{P_A - P_S}{\rho \cdot g} \right] = \Delta h \quad (3)$$

Pengukuran tekanan akan divisualisasikan ke dalam bentuk perubahan ketinggian kolom fluida dari *Inclined manometer* dengan kemiringan 15 derajat terhadap horizontal.



Gambar 3. Inclined Manometer

Pengukuran kecepatan udara dengan *Inclined Manometer* didapat pertambahan panjang fluida ukur (minyak tanah) yang memiliki *Specific Gravity* (SG) rendah (Kerosine, SG sekitar 0,81) pada mistar. Dengan sudut kemiringan 15 derajat, dimana pertambahan panjangnya dinyatakan dengan Δr sehingga Δh dapat dicari.

$$\Delta h_{mt} = \Delta r \cdot \sin 15^\circ \quad (4)$$

Persamaan tekanan antara minyak tanah dengan udara :

$$\rho_{mt} \cdot g \cdot \Delta h_{mt} = \rho_{air} \cdot g \cdot \Delta h_{air} \quad (5)$$

$$\Delta h_{air} = \frac{\rho_{mt} \cdot g \cdot \Delta h_{mt}}{\rho_{air} \cdot g}$$

$$\Delta h_{air} = SG_{mt} \cdot \Delta h_{mt}$$

$$\rho_{udara} \cdot g \cdot \Delta h_{udara} = \rho_{air} \cdot g \cdot \Delta h_{air}$$

$$\rho_{udara} \cdot g \cdot \Delta h_{udara} = \rho_{air} \cdot g \cdot SG_{mt} \cdot \Delta h_{mt}$$

$$\Delta h_{udara} = \frac{\rho_{air} \cdot g \cdot SG_{mt} \cdot \Delta h_{mt}}{\rho_{udara} \cdot g}$$

$$\Delta h_{udara} = \frac{SG_{mt} \cdot \Delta h_{mt}}{SG_{udara}}$$

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} \quad (6)$$

Untuk mencari perubahan tekanan total, maka harus diketahui tekanan total (tekanan stagnasi) pada sisi masuk fluida (*inlet*) dan sisi keluar (*outlet*). Tekanan total dapat diketahui dengan menambahkan tekanan statis dan tekanan dinamis, Pada *inclined manometer* gambar 2.14 dapat diukur dengan pertambahan panjang fluida ukur akibat tekanan dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$P_{total} : \rho_{udara} \cdot g \cdot h_{udara} \quad (7)$$

Diketahuinya tekanan total yang ada pada sisi masuk (*inlet*) dan sisi keluar (*outlet*) fluida, perubahan tekanan total dapat diketahui. Dengan asumsi aliran steady flow jumlah aliran yang masuk sama dengan jumlah aliran yang keluar dengan itu kecepatan yang masuk sama dengan kecepatan keluar didapatkan dari persamaan bernoulli sebagai berikut :

$$\frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{V_A^2}{2 \cdot g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{V_A^2}{2 \cdot g} + Z_2 \quad (8)$$

$$\Delta P = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g}$$

$$\Delta P = P_{outlet} - P_{inlet}$$

Dengan adanya aliran udara yang dihasilkan oleh sudu-sudu *blower* berupa

kecepatan udara maka kita dapat menghitung kapasitas aliran udara *blower* dan menentukan daya *blower*. Untuk kapasitas *blower* dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut .

$$Q = A \cdot V \left(\frac{m^3}{s} \right) \quad (9)$$

Daya fluida adalah besarnya daya yang diterima *blower* ketika aliran fluida melewati *blower*. Dengan adanya kapasitas aliran udara dan *head* tekanan dapat ditentukan dengan mengetahui perubahan tekanan total (ΔP) dapat di tentukan daya fluida dengan rumus sebagai berikut :

$$W_B = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (10)$$

Daya kerja motor adalah besarnya daya yang dibutuhkan untuk memutar motor. Daya kerja motor ini dapat dirumuskan sebagai berikut

$$W_M = V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (11)$$

Efisiensi *blower* adalah perbandingan antara daya yang dipindahkan ke aliran udara dengan daya yang dikirimkan oleh motor ke *blower*. Untuk perhitungan efisiensi pada *blower* dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{Efisiensi } \eta = \frac{W_b}{W_m} \times 100\% \quad (12)$$

3. Metode penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental yang mempunyai beberapa metode dalam prosesnya. Dalam bab ini akan dijelaskan bagaimana penelitian ini dilakukan dan apa saja yang dibutuhkan untuk mendukung penelitian ini.:

3.1 Alat Pengujian

Wind tunnel memiliki ukuran dimensi yaitu ukuran panjang 100 cm dan pada sisi inlet dan outlet memiliki ukuran diameter 25 cm. Dapat dilihat pada gambar 6.

Keterangan Gambar :

1. Body wind tunnel
2. Pitot tube
3. Motor listrik 220V 50hz 1400rpm
4. Sudu *blower*
5. Inclined manometer

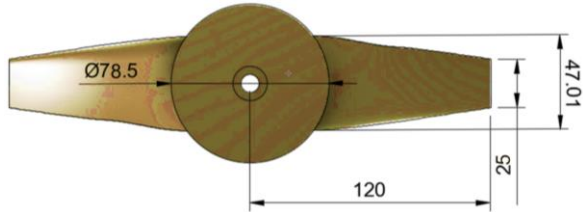
3.2. Alat Pengukuran

1. Inclined Manometer
2. Pitot Tube
3. Thermometer
4. Stopwatch
5. Clampmeter

3.3. Desain Perancangan Sudu

Sudu didesain dan dirancang menggunakan *software autodesk fusion 360*. *Blower* ini menggunakan 2 bilah sudu dengan

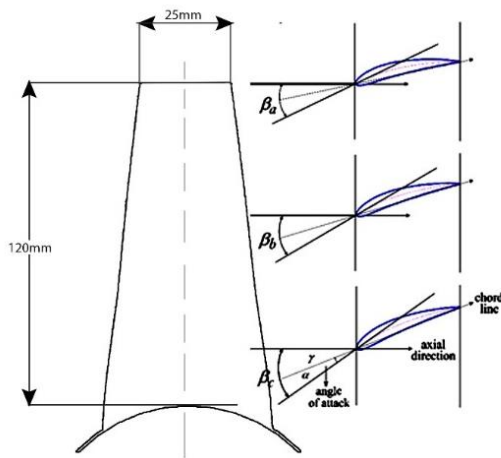
panjang keseluruhan 230 mm, diameter hub 15 mm dan diameter poros 8 mm. Untuk pencetakan sudu menggunakan 3d print *fuse filament fabrication* (FFF) dengan bahan plastik *polylactic acid* (PLA) . Penggunaan 3d print agar hasil sudu yang dihasilkan memiliki ukuran yang sesuai dan bentuk yang presisi.



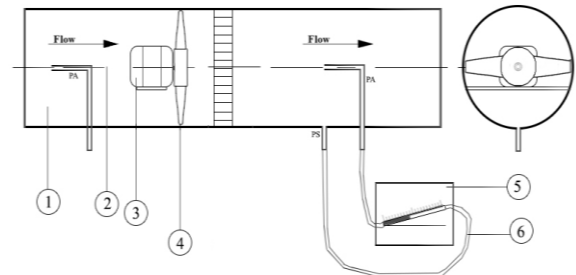
Gambar 4. Dimensi Sudu Blower

Variasi sudut masuk sepanjang span adalah sebagai berikut :

1. Variasi sudut sudu I :
 $\beta_a = 15^\circ, \beta_b = 20^\circ, \beta_c = 25^\circ$
2. Variasi sudut sudu II :
 $\beta_a = 20^\circ, \beta_b = 25^\circ, \beta_c = 30^\circ$
3. Variasi sudut sudu III :
 $\beta_a = 25^\circ, \beta_b = 30^\circ, \beta_c = 35^\circ$



Gambar 5. Sudut Masuk Sudu

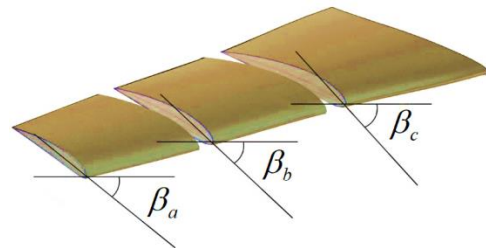


Gambar 6. Alat Pengujian Wind Tunnel

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Analisa Dan Pembahasan

Pengambilan data pengujian dilaksanakan bulan mei 2020. Dari percobaan yang dilakukan didapatkan data berupa pertambahan panjang fluida di mistar pada inclined manometer, temperatur pada sisi masuk wind tunnel, dan arus yang dibutuhkan motor blower . Data-data ini akan diolah dan dianalisa untuk mengetahui kecepatan aliran udara(V), kapasitas aliran udara (Q), perubahan tekanan total(Ptotal), daya blower (WB), daya motor (WM) dan nilai efisiensi blower.



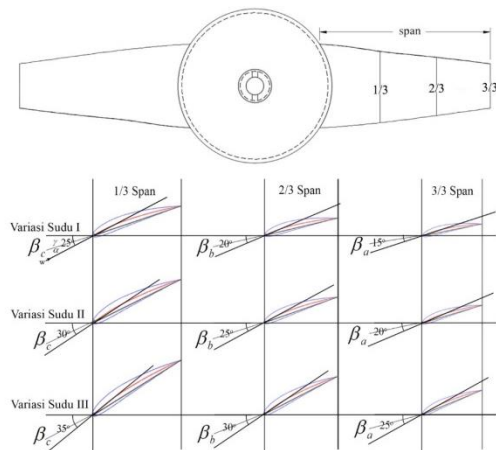
Gambar 7. Sudut Masuk Sudu

Tabel 1. Data Hasil Penelitian

SUDUT SUDU	β	$\Delta h_{tot} (mm)$			Rata-rata Δr	Rpm	T ($^{\circ}C$)	I (A)
		Δr_1	Δr_2	Δr_3				
Sudut sudu variasi 1	$\beta_a = 15^\circ$	1.5	1.5	1.5	1.5	1400	30.5	0.140
	$\beta_b = 20^\circ$							
	$\beta_c = 25^\circ$							
Sudut sudu variasi 2	$\beta_a = 20^\circ$	2	2	2	2	1400	31	0.134
	$\beta_b = 25^\circ$							
	$\beta_c = 30^\circ$							
Sudut sudu variasi 3	$\beta_a = 25^\circ$	3	3	3	3	1400	31	0.128
	$\beta_b = 30^\circ$							
	$\beta_c = 35^\circ$							

Tabel 2. Data Hasil Penelitian

SUDUT SUDU	β	$\Delta J_{in} (mm)$			Rata-rata Δr	Rpm	T ($^{\circ}C$)	I (A)
		Δr_1	Δr_2	Δr_3				
Sudut sudu variasi 1	$\beta_a = 15^{\circ}$	5	5	5	5	1400	30.5	0.140
	$\beta_b = 20^{\circ}$							
	$\beta_c = 25^{\circ}$							
Sudut sudu variasi 2	$\beta_a = 20^{\circ}$	6	6	6	6	1400	31	0.134
	$\beta_b = 25^{\circ}$							
	$\beta_c = 30^{\circ}$							
Sudut sudu variasi 3	$\beta_a = 25^{\circ}$	7	7	7	7	1400	31	0.128
	$\beta_b = 30^{\circ}$							
	$\beta_c = 35^{\circ}$							

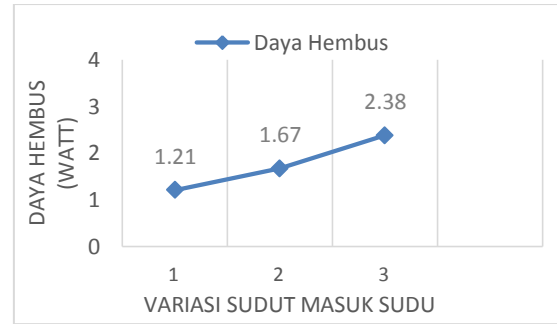


Gambar 8. Perbedaan Tiga Variasi Sudut Masuk Sudu Ssepanjang Span

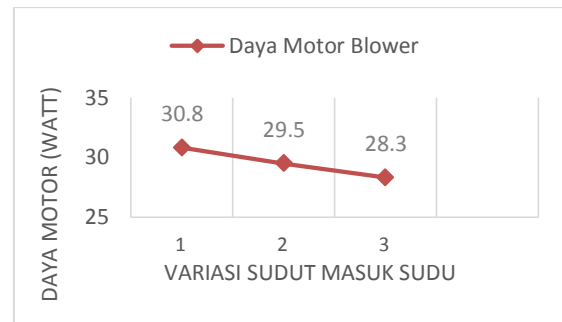
Tabel 3. Data Hasil Analisa Perhitungan

SUDUT SUDU	β	$\Delta h(I)$ (m)	$\Delta h(II)$ (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	P_{teori} (N/m ²)	W_g (watt)	W_{te} (watt)	η (%)
Variasi 1	$\beta_a = 15^{\circ}$	0,282	0,94	2,33	0,313	10,59	1,21	30,8	3,9
	$\beta_b = 20^{\circ}$								
	$\beta_c = 25^{\circ}$								
Variasi 2	$\beta_a = 20^{\circ}$	0,376	1,13	2,7	0,332	12,71	1,67	29,5	5,6
	$\beta_b = 25^{\circ}$								
	$\beta_c = 30^{\circ}$								
Variasi 3	$\beta_a = 25^{\circ}$	0,585	1,31	3,3	0,383	14,73	2,38	28,3	8,4
	$\beta_b = 30^{\circ}$								
	$\beta_c = 35^{\circ}$								

Pada gambar 9 dapat diperhatikan yaitu daya kerja blower mengalami sebuah peningkatan dari variasi sudu No.1 ($\beta_a = 15^{\circ}$, $\beta_b = 20^{\circ}$, $\beta_c = 25^{\circ}$) ke sudu No.2 ($\beta_a = 20^{\circ}$, $\beta_b = 25^{\circ}$, $\beta_c = 30^{\circ}$) dan sudu No.3 ($\beta_a = 25^{\circ}$, $\beta_b = 30^{\circ}$, $\beta_c = 35^{\circ}$).

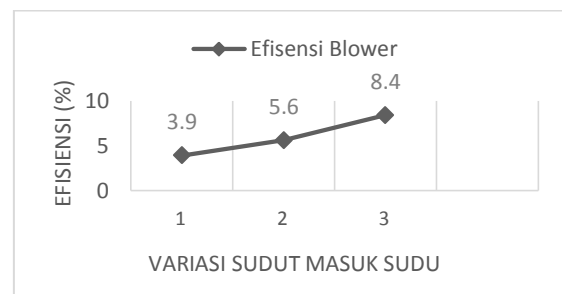


Gambar 9. Grafik Pengaruh Variasi Sudut Masuk Sudu Terhadap Daya Hembus Blower



Gambar 10. Grafik Pengaruh Variasi Sudut Masuk Sudu Terhadap Daya Motor Blower

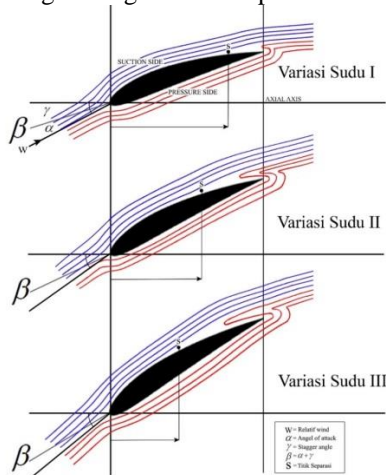
Pada gambar 10 dimana hal yang dialami motor penggerak blower mengalami penurunan daya yang dihasilkan. Variasi sudut masuk No.1 ($\beta_a = 15^{\circ}$, $\beta_b = 20^{\circ}$, $\beta_c = 25^{\circ}$) memerlukan daya yang paling besar karena udara mengalami hambatan untuk keluar sudu yang lebih kecil karena terjadi faktor tekanan balik atau *block pressure* dimana udara mengalami kompresi pada barisan antar sudu dan variasi sudut masuk No.3 ($\beta_a = 25^{\circ}$, $\beta_b = 30^{\circ}$, $\beta_c = 35^{\circ}$) memerlukan daya yang paling kecil.



Gambar 11. Grafik Pengaruh Variasi Sudut Masuk Sudu Terhadap Nilai Efisiensi

Pada gambar grafik 11 didapatkan nilai efisiensi mengalami peningkatan dengan variasi sudut masuk sudu No.3 ($\beta_a = 25^\circ$, $\beta_b = 30^\circ$, $\beta_c = 35^\circ$) yang mencapai nilai efisiensi tertinggi dengan presentase 8,4 % dan variasi sudut masuk No.1 ($\beta_a = 15^\circ$, $\beta_b = 20^\circ$, $\beta_c = 25^\circ$) dengan nilai efisiensi terkecil 3,9 %. Dan variasi sudut masuk No.3 memiliki nilai efisiensi terbesar 8,4 %. Jadi pengaruh variasi sudut masuk sudu sepanjang span sangat mempengaruhi karakteristik aliran fluida saat melintasi barisan sudu . Perubahan sudut sudu (desain sudu) menyebabkan perubahan momentum fluida kerja saat masuk dan keluar barisan sudu, yang sangat membantu untuk memprediksi terjadinya kerugian energi pada masing-masing variasi sudut sudu.

Karena daya hembus yang meningkat ini mengindikasikan bahwa besaran sudut masuk (β) belum mencapai besaran yang memberi kemungkinan terjadi pembebanan sudu (*blade loading*) yang maksimal. Konfigurasi susunan sudu dengan sudut beta (β) yang diperbesar maka kondisi separasi aliran pada *suction side* akan menguat sampai pada batas dimana $\Delta\beta$ akan turun drastis [5]. Viscous effect masih pada batas yang menguntungkan atau perbedaan tekanan sisi



Gambar 12. Variasi Sudu I s/d III Menunjukkan Indikasi Terjadi Pergeseran Titik Separasi Aliran Menuju ke Leading

5. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut yaitu, nilai efisiensi terbaik yang dihasilkan dari variasi sudut masuk sudu sepanjang span yaitu variasi No.3 ($\beta_a = 25^\circ$, $\beta_b = 30^\circ$, $\beta_c = 35^\circ$) dengan

bawah (*pressure side*) dengan sisi atas (*suction side*) pada gambar 12. dapat dilihat masih bernilai positif atau belum pada setting desain mencapai *stalling angle*.

Menaikan sudut beta (β) akan terjadi pembesaran *blade loading* yang mendorong terjadinya kenaikan energi aliran fluida sehingga kerja blower akan mengalami peningkatan sampai pada batas kenaikan beta yang menyebabkan terjadinya *vortex sekunder* yang akan diikuti oleh *blockage* aliran sehingga kenaikan tekanan yang diharapkan terganggu atau tidak dicapai[5]. Pada sudut beta (β) yang diperkecil tipe aliran sekunder membentuk *passage vortex* dekat dinding wall sehingga menyebabkan *blockage* massa yang akan diikuti oleh penurunan kerja blower [5].

Sudut beta (β) diperbesar maka massa udara akan mengalami gaya geser yang lebih besar karena bidang kontak yang lebih efektif yang membuat fluida seolah-olah mengalami pemuntiran. Jika sudut beta (β) terlalu kecil maka udara yang ditangkap oleh sudu tersebut sangat kecil, sehingga sudu tersebut hanya bisa mengalirkan udara yang kecil tetapi daya yang dibutuhkan untuk memutar sudu sangat besar, jadi antara kebutuhan daya dan aliran yang dihasilkan tidak optimal [4].

menghasilkan daya hembus $W_B = 2,38$ Watt dan daya motor yang diperlukan $W_M = 28,3$ Watt dengan nilai efisiensi $\eta = 8,4$ %.

Daftar Pustaka

- [1] Dietzel, Fritz, and Dakso Sriyono. 1988, *Turbin, Pompa Dan Kompreso*, Penerbit Erlangga, Jakarta..
- [2] Tanjung, A. S, 2015, *Studi Eksperimen Pengaruh Blade Setting Angle 30° Dan 60° Berprofil Flat Plate Terhadap Karakteristik Kerja Axial Fan 120m*, Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [3] Supartama, I Wayan, 2015, *Efek Pemuntiran Sudu Blower Terhadap Laju Aliran Massa*, Skripsi Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Bali.
- [4] Suryawan, A.A.A 2008, *Kontur Tekanan Dinamis Pada Permukaan Atur Sisi Keluaran Kaskade Kompresor Aksial Blade Tipis*

Simetris Dengan Sudut Serang Bervariasi, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM Vol 2.1 (2008): 20-29.*

- [5] Suryawan, A.A.A 2000, ***Pengaruh Blade Loading Terhadap Karakteristik Aliran Sekunder Pada Compressor Cascade Blade Tipis Simetris Bersudut Stagger Besar***, Thesis, Program Pasca Sarjana-Program Studi Teknik Mesin, ITS Surabaya.
- [6] Anderson. John D, Jr. 2007,, ***Fundamental of Aerodynamics, Fourth Edition***, Mc Graw Hill. Higher Education. New York.



I Gede Krisna Adianta, menyelesaikan sekolah menengah atas pada tahun 2016 di SMA Negeri 7 Denpasar Bali, kemudian ia melanjutkan ke Universitas Udayana mengambil jurusan Teknik mesin, dan menyelesaikan kuliahnya pada tahun 2020.

Bidang bidang penelitian yang diminati yaitu topik-topik mengenai konversi energi mekanika fluida, turbin pompa dan kompresor, dst.