

# Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Pada Blower Aksial Terhadap Tekanan Dinamis

G.M.D.P. Dananjaya, A.A.A. Suryawan, I.G.K. Sukadana  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

---

## Abstrak

Blower aksial memanfaatkan energi mekanis dari perputaran poros dan diubah menjadi aliran udara secara aksial di dekat poros dan mempunyai energi kinetis, yang diberikan oleh sudu-sudu. Begitu aliran udara meninggalkan kipas blower pada kecepatan yang relatif tinggi, aliran udara tersebut di transformasikan dari energi kinetis menjadi tekanan udara dinamis. Kinerja blower aksial di pengaruhi oleh banyak faktor terutama jumlah sudu pada blower aksial, sehingga dilakukan analisis tentang pengaruh jumlah sudu pada terhadap tekanan dinamis yang dihasilkan oleh suatu blower aksial. Penelitian tentang pengaruh jumlah sudu pada blower aksial terhadap tekanan dinamis yang dihasilkan dilakukan secara eksperimen, pengujian dilakukan di wind tunnel, dan diuji dengan putaran motor 1400 rpm. Pada penelitian ini ada 3 variasi jumlah sudu pada blower yang digunakan masing-masing berjumlah 3, 4, dan 5 sudu. Untuk mengukur kecepatan udara menggunakan Inclined Manometer sehingga didapat data awal berupa pertambahan panjang fluida ukur (minyak tanah) pada mistar dengan sudut kemiringan 15 derajat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada blower tipe aksial dengan variasi jumlah sudu 3, 4, dan 5 mengalami peningkatan tekanan dinamis sebesar 45%. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah sudu sehingga ruang antar sudu semakin menyempit. Jika ruang antar sudu semakin menyempit maka akan menyebabkan terjadinya peningkatan tekanan dinamis sebagai efek viscositas fluida dan respon/reaksi dari perputaran sudu.

**Kata Kunci:** Blower Aksial, Sudu, Tekanan Dinamis

## Abstract

The axial blower utilizes the mechanical energy from the rotation of the shaft and is converted into air flow axially near the shaft and has kinetic energy, which is given by the blades. Once the air flow leaves the blower fan at a relatively high speed, it is transformed from kinetic energy to dynamic air pressure. The performance of the axial blower is influenced by many factors, especially the number of blades on the axial blower, so an analysis of the effect of the number of blades on the dynamic pressure generated by an axial blower is carried out. Research on the effect of the number of blades on the axial blower on the resulting dynamic pressure was carried out experimentally, testing was carried out in a wind tunnel, and tested with a motor rotation of 1400 rpm. In this study, there are 3 variations in the number of blower blades used, respectively 3, 4, and 5 blades. To measure air velocity using an Inclined Manometer so that the initial data obtained is the increase in the length of the measuring fluid (kerosene) on the ruler with a slope angle of 15 degrees. The results showed that in axial type blowers with variations in the number of blades 3,4, and 5 experienced a dynamic pressure increase of 45%. This is due to the increasing number of blades so that the space between the blades is narrowing. If the space between the blades narrows, it will cause an increase in dynamic pressure as a viscosity effect of the fluid and the response/reaction of the blades rotations.

**Keywords:** Axial blower, blades, dynamic pressure

---

## 1. Pendahuluan

Didalam dunia industri terdapat banyak sekali macam proses yang menggunakan fluida gas. Maka dibutuhkan sebuah alat untuk mengalirkan fluida gas tersebut. Kompresor, fan dan blower adalah alat yang digunakan untuk memindahkan gas. Blower dan fan sering digunakan untuk ventilasi pada pabrik ataupun untuk proses industri yang memerlukan aliran udara. Fan dan blower biasanya dibedakan tergantung metode yang digunakan dan tekanan sistem operasinya untuk menggerakkan udara/gas.

Blower merupakan alat yang dipakai untuk menaikkan tekanan udara atau gas yang

dialirkan kedalam suatu ruangan serta sebagai alat pengisapan udara atau gas. Pada industri kimia, blower biasanya dipakai untuk adanya perputaran gas tertentu yang biasa dikenal dengan booster atau circulator. Bila untuk keperluan kusus, blower kadang-kadang diberi nama lain. Seperti untuk keperluan gas dalam oven dan kulkas, blower disebut dengan nama exhouter. Blower dapat dibedakan menjadi tiga yaitu: Positive Displacement Blower, Blower Sentrifugal dan Blower Aksial.

Blower Aksial umumnya terdiri dari satu baling-baling yang dilengkapi dengan beberapa sudu yang terdapat pada poros yang

berputar dan ditutupi oleh sebuah rumah/casing. Dalam proses konversi energi, blower aksial memanfaatkan energi mekanis dari perputaran poros dan diubah menjadi aliran udara. Aliran udara didalam rotor diarahkan secara aksial pada daerah dekat poros yang memiliki energi kinetis, yang diberikan oleh sudu. Begitu aliran udara meninggalkan baling-baling dengan kecepatan yang relatif tinggi, aliran udara tersebut di transformasikan dari energi kinetis menjadi tekanan udara dinamis [1].

Hal yang mempengaruhi kinerja blower aksial sah satunya adalah desain sudu-sudu dan rumah/casing. Banyak faktor yang mempengaruhi terhadap desain sudu-sudu seperti sudut pemuntiran, panjang span serta jumlah sudu dari baling-baling [2].

Berlandaskan pada latar belakang di atas, maka peneliti merasa perlu dilakukannya suatu penelitian serta analisa tentang variasi jumlah sudu baling-baling pada blower aksial terhadap tekanan dinamis yang dihasilkan. Adapun pengujian yang dilakukan yaitu dengan menggunakan baling-baling blower berdiameter 230 mm. dalam penelitian ini, dibuat tiga baling-baling dengan jumlah sudu yang berbeda yaitu dengan jumlah 2,3, dan 4 sudu.

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu Untuk mengetahui pengaruh jumlah sudu baling-baling pada blower terhadap tekanan dinamis udara yang dihasilkan. Untuk mendapatkan hasil dari luas permasalahan yang ada maka perlu dilakukan pembatasan antara lain:

- 1) Jumlah sudu masing-masing baling-baling pada blower berjumlah 3, 4, dan 5
- 2) Pengujian dilakukan pada wind tunnel dengan panjang 1,5 meter dan bediameter 25 cm
- 3) Putaran motor 1400 RPM.

## 2. Dasar Teori.

### 2.1. Hukum Bernoulli

Prinsip Bernoulli adalah aliran fluida merampingkan setiap partikel cairan mengalir persis di jalur partikel sebelumnya dan memiliki kecepatan yang sama seperti partikel sebelumnya. Prinsip ini merupakan bentuk sederhana dari Persamaan Bernoulli dimana jumlah energi yang berada pada suatu titik di dalam aliran tertutup, besarnya sama dengan jumlah energi yang berada pada titik lain dengan jalur aliran yang sama [3].

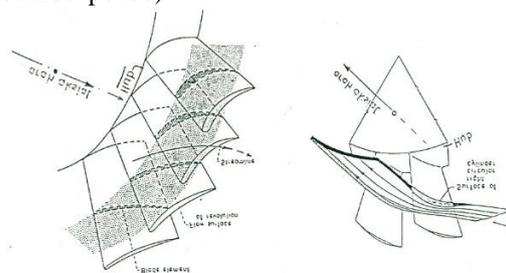
### 2.2. Pengertian Blower

Blower merupakan alat yang berfungsi untuk menaikkan tekanan udara dan gass yang dialirkan kedalam sebuah ruangan dan juga digunakan sebagai pengisapan atau

vakum udara. Blower dan fan sentrifugal punya prinsip kerja yang hampir mirip, yaitu mengalirkan dan mengubah fluida dari tekanan rendah ke tekanan tinggi akibat dari adanya gaya sentrifugal yang terjadi pada fluida [4].

### 2.3. Blower Aksial

Blower aksial merupakan blower yang tipe aliran didalam rotor diarahkan secara aksial (alirannya sejajar poros), blower aksial tergolong rotodynamic blower, demikian pula dengan blower sentrifugal/radial, yang proses kompresi di dalamnya diakibatkan karena efek pemampatan dinamik antara sudu dan fluida kerja, yang dimana hal tersebut tidak mengacu pada perubahan volume, sama halnya seperti pada positive displacement blower (kompresor torak maupun rotari). Berbeda dengan blower sentrifugal/radial, dimana blower sentrifugal/radial merupakan blower yang tipe aliran didalam rotor diarahkan secara radial (alirannya keluar sumbu poros).



**Gambar 1. Aliran pada Blower Aksial**

Bila dibandingkan dengan blower sentrifugal, kebutuhan daya yang sama pada blower akan menghasilkan head yang lebih kecil, namun kapasitas yang dihasilkan akan lebih besar. Dengan demikian, maka rasio tekanan untuk *singlestage*-nya lebih rendah. Untuk mengatasi hal ini, atau untuk memberikan head/rasio tekanan yang sama, maka blower aksial seringkali dirancang secara multistage, dengan tanpa memperbesar ukuran mesin blower ke arah radial [5].

### 2.4. Tekanan Dinamis

Tekanan dinamis adalah peningkatan tekanan fluida bergerak di atas nilai statis akibat gerakan, dan juga dapat di anggap sebagai energi kinetik cairan persatuan volume, tekanan dinamis  $q$  di definisikan.

$$P_{dinamis} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \quad (1)$$

Dimana:

$P_{dinamis}$	= Tekanan dinamis ( $N/m^2$ )
$\rho$	= Massa jenis ( $kg/m^3$ )
$V$	= Kecepatan aliran ( $m/s$ )

## 3. Metode penelitian

### 3.1. Variabel

Dalam penelitian ini variabel bebas yang peneliti gunakan adalah memvariasikan

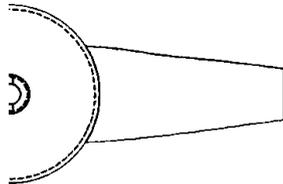
jumlah sudu baling-baling pada blower aksial sebagai berikut blower dengan 3 sudu, blower dengan 4 sudu dan blower dengan 5 sudu.

Sebagai variabel terikat untuk mengetahui pengaruh dari variasi jumlah sudu yang digunakan sebagai variabel bebas maka penulis menggunakan besarnya tekanan dinamis yang dihasilkan sebagai variabel terikat.

### 3.2. Proses Perancangan Sudu-Sudu

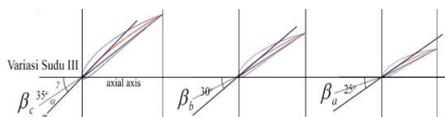
Berikut merupakan proses perancangan dari baling-baling:

- Perancangan diawali dengan membuat desain baling-baling. Pendesainan disini menggunakan *software Fusion 360* agar mempermudah dan untuk mendapatkan dimensi yang sesuai dan presisi.
- Adapun gambar panjang span dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 2. Panjang span sudu

- Adapun gambar penampang sudu yang adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Penampang sudu

- Dari desain diatas dilakukan penambahan jumlah sudu dengan variasi jumlah *sudu baling-baling* yang dapat dilihat pada gambar 3.6, 3.7, dan 3.8.



Gambar 4. Variasi baling-baling 3 sudu



Gambar 5. Variasi baling-baling 4 sudu



Gambar 6. Variasi baling-baling 5 sudu

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Data Hasil Penelitian

Pada penelitian yang sudah dilakukan terhadap sudu blower aksial dengan variasi jumlah sudu yang masing-masing berjumlah 3, 4, dan 5 diperoleh data awal berupa pertambahan panjang fluida ukur (minyak tanah) pada mistar dengan sudut kemiringan 15°. Adapun data awal penelitian yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Penelitian

No	Variasi Jumlah Sudu	$\Delta r$ (m)	Temperatur (°C)
1	3	0,004	30°
2	4	0,005	30°
3	5	0,006	30°

Dari data awal hasil penelitian pada tabel diatas menunjukkan adanya pertambahan panjang fluida ukur (minyak tanah) pada mistar pada temperatur yang sama yaitu 30°C, dimana pertambahan panjangnya dinyatakan dengan ( $\Delta r$ ). Pada variasi 3 sudu mengalami pertambahan panjang fluida ukur (minyak tanah) sebesar 0,004 m, variasi 4 sudu mengalami pertambahan panjang fluida ukur (minyak tanah) sebesar 0,005 m, dan variasi 5 sudu mengalami pertambahan panjang fluida ukur (minyak tanah) sebesar 0,006 m. Data-data pada tabel 4.1 akan diolah dengan menghitung  $\Delta h_{mt}$ ,  $\Delta h_{udara}$ , kecepatan udara untuk mencari hasil tekanan dinamis.

### 4.2. Pembahasan Data

Berdasarkan hasil data tersebut diatas maka perbedaan ketinggian minyak tanah ( $\Delta h_{mt}$ ) dapat dicari dengan perhitungan sebagai berikut:

$\Delta h_{mt}$  pada variasi 3 sudu :

$$\Delta h_{mt} = 0,004 \cdot \sin 15^\circ = 0,001 \text{ m}$$

$\Delta h_{mt}$  pada variasi 4 sudu :

$$\Delta h_{mt} = 0,005 \cdot \sin 15^\circ = 0,00125 \text{ m}$$

$\Delta h_{mt}$  pada variasi 5 sudu :

$$\Delta h_{mt} = 0,006 \cdot \sin 15^\circ = 0,0015 \text{ m}$$

Persamaan tekanan antara minyak tanah dengan udara:

$$\Delta h_{udara} = \frac{SG_{mt} \cdot \Delta h_{mt}}{SG_{udara}} \quad (2)$$

Dimana:

$SG_{mt}$  = Spesifik Gravitasi untuk minyak tanah (0,835)

$SG_{udara}$  = Spesifik Gravitasi untuk udara ( $1,076 \cdot 10^{-3}$ )

Dari persamaan tekanan antara minyak tanah dengan udara, didapatkan hasil pada tabel.

**Tabel 2. Data Hasil Penelitian**

No	Variasi Jumlah Sudu	$\Delta h_{mt} (m)$	$\Delta h_{udara} (m)$
1	3	0,001	0,78
2	4	0,00125	0,96
3	5	0,0015	1,16

Dengan mendapatkan data hasil persamaan tekanan antara minyak tanah dengan udara, selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap kecepatan udara. Berikut merupakan perhitungan kecepatan dan kapasitas aliran yang dihasilkan dari tiap variasi sudu.

$$\bar{V} = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} \quad (3)$$

$$\rightarrow Q = A \cdot \bar{V}$$

Dimana:

- $\bar{V}$  = Kecepatan aliran (m/s)
- $g$  = Gravitasi Bumi (9,8 m/s<sup>2</sup>)
- $\Delta h$  = Selisih ketinggian fluida pada Inclined Manometer
- $Q$  = Kapasitas (m<sup>3</sup>/s)
- $A$  = Luas penampang wind tunnel (0,049 )

Jadi setelah hasil dari kecepatan aliran didapatkan, maka tekanan dinamis dapat dicari sebagai berikut:

$$P_d = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \bar{V}^2 \quad (4)$$

Dimana:

- $P_d$  = Tekanan dinamis (N/m<sup>2</sup>)
- $\rho$  = Massa jenis (kg/m<sup>3</sup>)
- $\bar{V}$  = Kecepatan aliran (m/s)

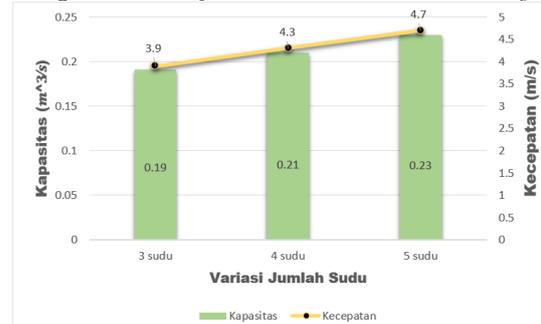
**Tabel 3. Data Hasil Penelitian**

No	Variasi Jumlah Sudu	$\bar{V} (m/s)$	$Q (m^3/s)$	$P_d (N/m^2)$
1	3	3,9	0,19	8,7
2	4	4,3	0,21	10,56
3	5	4,7	0,23	12,62

Adapun grafik pengaruh variasi jumlah sudu terhadap kecepatan dan kapasitas adalah sebagai berikut. Gambar diatas terlihat grafik pengaruh variasi jumlah sudu terhadap pada blower aksial kecepatan dan kapasitas aliran yang dihasilkan, pada blower dengan variasi jumlah sudu 3 menghasilkan kecepatan sebesar 3,9 m/s dan menghasilkan kapasitas sebesar 0,19 m<sup>3</sup>/s, blower dengan jumlah sudu 4 menghasilkan kecepatan sebesar 4,3 m/s dan menghasilkan kapasitas sebesar 0,21 m<sup>3</sup>/s, blower dengan jumlah sudu 5 menghasilkan kecepatan sebesar 4,7 m/s dan menghasilkan kapasitas sebesar 0,23 m<sup>3</sup>/s.

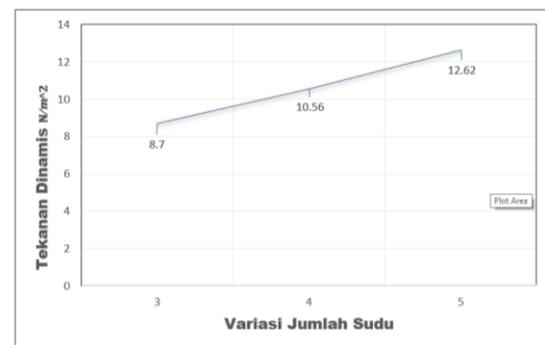
Berdasarkan gambar 4.2 diatas dihasilkan perbandingan jumlah sudu pada blower aksial terhadap tekanan dinamis, bisa dilihat dengan variasi sudu blower 3 sudu menghasilkan tekanan dinamis sebesar 8.7

N/m<sup>2</sup>, pada variasi 4 sudu menghasilkan tekanan dinamis sebesar 10.56 N/m<sup>2</sup>, variasi 5 sudu menghasilkan tekanan dinamis sebesar 12.62 N/m<sup>2</sup>, dari hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan tekanan dinamis sebesar 45%. Semakin bertambahnya jumlah sudu maka akan memberi peluang atas bertambahnya kontak antara partikel fluida dengan sudu yang berfungsi untuk memberikan energi aliran terhadap fluida. Ini membuktikan bahwa terjadi intensitas transfer energi lebih banyak dari sudu ke fluida kerja.)



**Gambar 7. Grafik Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Pada Blower Aksial terhadap Kecepatan dan Kapasitas.**

Pada penambahan jumlah sudu mengalami peningkatan kecepatan aliran sebesar 20,51% dan peningkatan kapasitas sebesar 21%. Berdasarkan data hasil penelitian dan perhitungan pada tabel 4.3, maka dapat dibuatkan grafik hasil tekanan dinamis yang dihasilkan dari variasi jumlah sudu blower aksial pada gambar 4.2.



**Gambar 8. Grafik Variasi Jumlah Sudu terhadap Tekanan Dinamis**

Semakin banyak jumlah sudu dan meningkatnya putaran akan diikuti oleh kenaikan kapasitas suatu blower. Tetapi penelitian perlu dilakukan untuk putaran diatas 1500 RPM, sedangkan untuk putaran dibawah 1300 RPM, pengaruh jumlah sudu relatif tidak signifikan karena terjadi slip antara fluida dengan permukaan sudu. Transformasi energi dari sudu ke fluida kerja relatif sedikit, sehingga dapat dikatakan untuk fluida kompressibel (udara), efek *viscositas* fluida relatif kecil.

Penelitian yang dilakukan dengan putaran 1400 RPM [6]. Hasil penelitian menunjukkan, penggunaan blower tipe aksial adalah untuk menghasilkan kapasitas yang lebih besar. Sesungguhnya penelitian perlu dilanjutkan pada jumlah sudu yang lebih banyak lagi pada putaran yang tinggi, agar diperoleh jumlah sudu yang optimal untuk menghasilkan tekanan dinamis yang maksimal

Dengan Bertambahnya jumlah sudu akan diikuti oleh semakin sempitnya ruang antar sudu sehingga total energi yang tersedia (energi motor) akan dikonversi menjadi energi dalam bentuk energi tekanan dinamis (luasan sisi keluaran ruang putar sudu lebih sempit). Dengan terdapat clearance (celah) yang lebih sempit akan menyebabkan terjadinya tekanan yang meningkat sebagai efek *viscositas* fluida dan respon/reaksi dari perputaran sudu.

Bertitik tolak dari bentuk penampang sudu adalah aerofoil, maka dalam batas putaran dan jumlah sudu yang diteliti, pembebanan sudu memberi indikasi belum maksimal sehingga blower jumlah sudu 5 masih memberikan besaran kapasitas yang paling besar karena aliran utama fluida masih mengikuti desain konfigurasi kelengkungan sudu dan luasan efektif bagian keluaran antar sudu belum dipengaruhi oleh separasi aliran, *blockage* mass atau dengan kata lain momentum fluida masih cukup untuk mengatasi *shear stress* yang terjadi.

## 5. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada blower tipe aksial pada variasi jumlah sudu 3, 4, dan 5 mengalami peningkatan tekanan dinamis sebesar 45%. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah sudu sehingga ruang antar sudu semakin menyempit. Jika ruang antar sudu semakin menyempit maka akan menyebabkan terjadinya peningkatan tekanan dinamis sebagai efek *viscositas* fluida dan respon/reaksi dari perputaran sudu.

## Daftar Pustaka

- [1] Riyanto, Andi, 2013, *Analisa Pengaruh Jumlah Sudu Impeler Terhadap Getaran Pada Pompa Sentrifugal*, Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [2] Pikatan, Sugata, 1999, *Konversi Energi Angin*. Surabaya, Departemen Mipa Universitas Surabaya.
- [3] Mawaddah, Ninda A.dkk., 2013. *Daniel Bernoulli Utility*, www.danardono.staff.ugm.ac.id/matakuliah/ssfi/SSFI-Kel-10.pdf).

- [4] Fritz Dietzel, Daksono, Sriyono, (1988), *Turbin Pompa dan Kompresor*, Erlangga, Jakarta.
- [5] TANJUNG, AS., 2015, *Studi Eksperimen Pengaruh Blade Setting Angle 30° dan 60° Berprofil Flat Plate Terhadap Karakteristik Kerja Axial Fan 120mm*, Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [6] K.Umurani, Habiburahman, (2019). *Studi Karakteristik Variasi Jumlah Sudu Impeler Pada Unjuk Kerja Blower Sentrifugal*, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara., vol. 2, no. 2, pp. 123-130.

	<p><b>Gusti Made Dwi Putra Dananjaya</b>, menyelesaikan sekolah menengah atas pada tahun 2016 di SMA Negeri 5 Denpasar Bali, kemudian ia melanjutkan ke Universitas Udayana mengambil jurusan Teknik mesin, dan menyelesaikan kuliahnya pada tahun 2020.</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati yaitu topik-topik mengenai konversi energi dan mekanika fluida, seperti tekanan dinamis pada blower.</p>	