

Pengaruh Variasi Panjang *Span* Terhadap Kapasitas Udara *Blower* Aksial

W.N. Suherman, A.A.A. Suryawan, I.G.K. Sukadana
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

Abstrak

Dalam mengoperasikan proses produksi didalam industri atau pabrik, hampir sebagian besar memerlukan peralatan pendukung proses, salah satunya adalah *blower*. *Blower* adalah alat yang umumnya digunakan untuk memindahkan atau mengalirkan atau mensirkulasikan fluida seperti udara atau gas. Sudu pada *blower* aksial memiliki bentuk dan panjang *span* yang berbeda-beda. *Span* adalah lebar bentangan aerofoil atau panjang dari pangkal sampai ujung sudu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi panjang *span* terhadap kapasitas udara pada *blower* aksial. Variabel yang divariasikan yaitu panjang *span* *blower* aksial dengan panjang $S_1 = 105$ mm, $S_2 = 87,5$ mm, dan $S_3 = 70,0$ mm, sedangkan variable terikatnya yaitu kapasitas udara. Dari variasi panjang *span* yang telah di uji, variasi panjang *span* yang menghasilkan nilai kapasitas yang paling tinggi yaitu variasi panjang *span* 87,5 mm, dengan nilai kapasitas udara sebesar $0,086$ m³/s. *Span* 105 mm menghasilkan nilai kapasitas $0,063$ m³/s, dan *span* 70 mm menghasilkan nilai $0,047$ m³/s. Penelitian ini membuktikan bahwa perbedaan panjang *span* pada *blower* aksial akan mempengaruhi kemampuan sudu untuk menangkap banyak sedikitnya udara yang akan dihembuskan, dan kerugian energi akibat gesekan antara fluida kerja dengan permukaan *span*, yang secara umum akan mempengaruhi kapasitas udara yang akan dihasilkan *blower* aksial.

Kata kunci : *Blower* aksial, Kapasitas Udara, *Span*

Abstract

In operating a production process in an industry or factory, most of whom require process support equipment, one of which is a *blower*. A *blower* is a device that is generally used to move or flow or circulate fluids such as air or gas. The blades on axial *blowers* have different shapes and *span* lengths. *Span* is the width of the aerofoil stretch or the length from the base to the tip of the blade. This research aims to determine the effect of *span* length variations on air capacity in axial *blowers*. The variables that were varied were axial *blower* *span* length with length $S_1 = 105$ mm, $S_2 = 87,5$ mm, and $S_3 = 70,0$ mm, while the dependent variable was air capacity. From the variation of *span* length that has been tested, the variation of *span* length that produces the highest capacity value is the variation of the *span* length of 87.5 mm, with an air capacity value of 0.086 m³/s. 105 mm *span* produces a capacity value of 0.063 m³/s, and *span* 70 mm produces a value of 0.047 m³/s. This research proves that the difference in *span* length in the axial *blower* will affect the ability of the blade to catch the amount of air to be exhaled, and energy losses due to friction between the working fluid and the *span* surface, which in general will affect the air capacity that will be produced by the axial *blower*.

Keywords : Axial *Blower*, Air Capacity, *Span*

1. Pendahuluan

Dalam mengoperasikan proses produksi didalam industri atau pabrik, hampir sebagian besar memerlukan peralatan pendukung proses, salah satunya adalah *blower*. *Blower* adalah alat yang umumnya digunakan untuk memindahkan atau mengalirkan atau mensirkulasikan fluida seperti udara atau gas.

Sudu merupakan komponen dari *blower* yang merupakan tempat proses terjadinya perubahan energi mekanis menjadi energi kinetis berupa kecepatan fluida udara [1]. Aliran fluida yang digerakan ada yang bersifat menghembuskan dan ada juga yang menghisap fluida, masing-masing tergantung dari faktor-faktor yang mempengaruhi aliran

udara, diantaranya bentuk sudu, sudut baling-baling, dan arah putaran sudu tersebut.

Sudu pada *blower* aksial memiliki bentuk dan panjang *span* yang berbeda-beda. *Span* adalah lebar bentangan aerofoil atau panjang dari pangkal sampai ujung sudu. Dari panjang *span* yang berbeda-beda ini muncul pertanyaan, mengapa demikian? Apa pengaruh dari bentuk atau panjang *span* yang berbeda-beda itu?. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari panjang *span* terhadap kapasitas udara pada *blower* aksial, apakah memiliki pengaruh terhadap optimalnya kapasitas udara yang dihasilkan.

Dari latar belakang permasalahan yang ada, dapat dirumuskan permasalahan yang

akan dibahas dalam penelitian ini yaitu bagaimanakah pengaruh dari variasi panjang *span* terhadap kapasitas udara pada *blower aksial*?

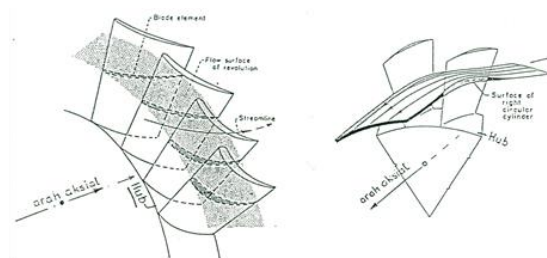
Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi panjang *span* terhadap kapasitas udara pada *blower aksial*. Untuk mendapatkan hasil dari luas permasalahan yang ada maka perlu dilakukan pembatasan antara lain:

1. Pengujian dilakukan pada *wind tunnel*
2. Analisa hanya pada pengaruh panjang *span*
3. Hasil akhir hanya menghitung kapasitas udara
4. Bahan dan kekasaran permukaan sudu diabaikan
5. Variasi Panjang *span* yang diuji yaitu $S_1 = 105 \text{ mm}$, $S_2 = \frac{5}{6} S_1 (87,5 \text{ mm})$, $S_3 = \frac{4}{6} S_1 (70,0 \text{ mm})$.
6. Luas permukaan tiga variasi *span* sama
7. Putaran motor yang digunakan tetap

2. Dasar Teori

2.1 Blower Aksial

Blower aksial merupakan *blower* yang tipe aliran didalam rotor diarahkan secara aksial (alirannya sejajar poros), *blower* aksial tergolong *rotodynamic blower*, demikian pula halnya dengan *blower* sentrifugal/radial, dimana proses kompresi di dalamnya, dihasilkan dari efek dinamik antara sudu (*blade*) dengan fluida kerja, yang mengacu pada persamaan *moment of momentum*, dan tidak mengacu pada perubahan volume [2].

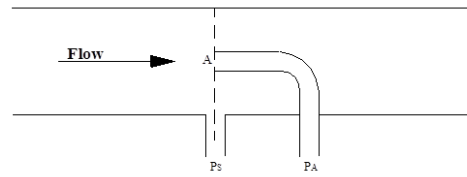


Gambar 1. Aliran Pada *Blower* Aksial

2.2 Perhitungan Performa *Blower*

Kecepatan udara dalam *wind tunnel* dapat dicari dengan menggunakan alat *inclined manometer*. Untuk mencari kecepatan fluida didalam pipa didapat dari rumus Bernoulli, dengan perbedaan tekanan stagnasi P_A dengan tekanan statis P_S adalah sebagai berikut.

$$P_A = P_S + \frac{v_A^2}{2g} \quad (1)$$



Gambar 2. Pengukuran tekanan stagnasi dan tekanan statis

Pada kondisi pengukuran tekanan diatas dimana titik 0 berimpit dengan titik A, titik 0 adalah titik stagnasi, sehingga persamaan diatas menjadi:

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

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

$$\text{Sehingga, } v = \sqrt{2 g \Delta h} \quad (4)$$

Setelah kecepatan fluida di dapat, lalu mencari debit dari fluida dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Q = A \cdot v \quad (5)$$

Dimana: Q = debit aliran fluida (m^3/s)

A = luasan penampang (m^2)

v = kecepatan aliran fluida (m/s)

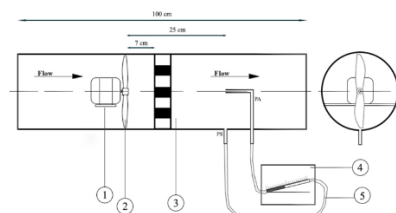
3. Metode penelitian

3.1 Variabel

Variable bebas yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu variasi panjang *span* yang diuji, dengan panjang sebagai berikut: $S_1=105 \text{ mm}$, $S_2=87,5 \text{ mm}$, $S_3= 70,0 \text{ mm}$. Sedangkan untuk variable terikatnya yaitu kapasitas aliran udara.

3.2 *Wind tunnel*

Wind Tunnel yaitu tempat untuk menyalurkan hembusan udara *blower* dimana bentuk dari *wind tunnel* ini silinder yang didalamnya sudah dipasang alat ukur untuk mengukur kecepatan udara yang mengalir [1].

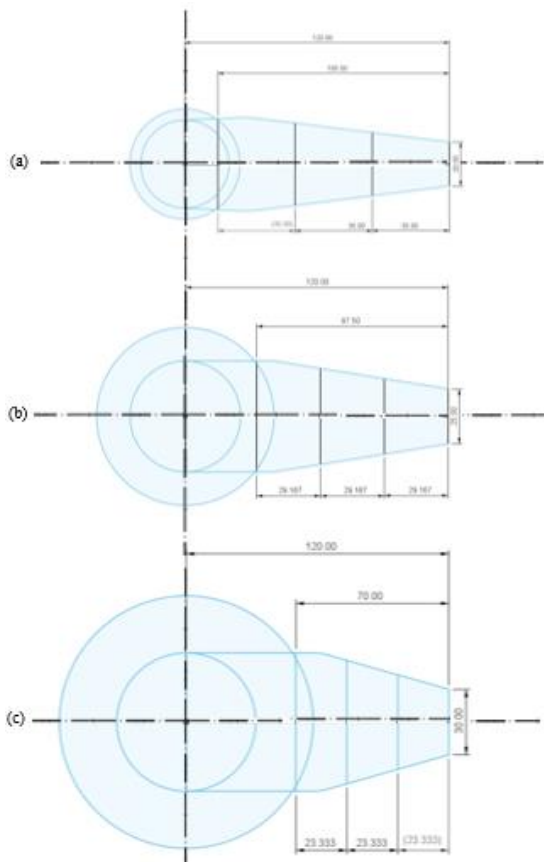


Gambar 3. *Wind Tunnel*

3.3 Sudu

Sudu dirancang menggunakan *Software Fusion 360* dan di cetak menggunakan *3D printing* dengan jumlah sudu dua buah dan berfungsi menghembuskan udara dengan memanfaatkan energi mekanis dari perputaran poros menjadi energi kinetis berupa kecepatan fluida (udara).

Dalam proses perancangan sudu, span terpanjang diambil atau dimulai dari 105 mm. perubahan variasi panjang *span* ini juga diikuti oleh perubahan besar *hub* (diperbesar), untuk menyesuaikan diameter sudu tiap variasi panjang *span* dengan diameter *wind tunnel* tetap sama. Jika perubahan panjang *span* tidak diikuti oleh perubahan besar *hub*, maka nilai *tip clearance* pun akan semakin besar dan titik pengukuran tekanan statis tidak terkena proyeksi hembusan udara, karena titik pengukuran tekanan statis dengan menggunakan *inclined* ini harus terkena proyeksi hembusan udara *blower*. Besar *hub* ini tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hembusan udara yang akan dihasilkan karena kontak udara dengan *hub* terjadi *slip*.



Gambar 4. Dimensi (a) *Span I*, (b) *Span II*, (c) *Span III*

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Hasil Penelitian

Data yang diambil pada penelitian ini yaitu pertambahan panjang fluida di mistar pada alat *inclined manometer* (Δr), temperature pada sisi masuk *wind tunnel* (T). Data-data ini akan diolah atau dibahas untuk mencari kecepatan aliran udara (v) dan kapasitas aliran udara (Q). Data-data hasil penelitian ini akan dilampirkan dalam bentuk tabel yaitu pada tabel 4.1.

Tabel 1. Data Hasil Penelitian

Variasi Panjang Span	Δr (Pengulangan)									Rpm	T (°C)
	r_{awal}	r_{akhir}	Δr_1	r_{awal}	r_{akhir}	Δr_2	r_{awal}	r_{akhir}	Δr_3		
variasi span 105 mm $\beta = 15^\circ$	74	74,5	0,5	74	74,5	0,5	74	74,5	0,5	1400	30,5
variasi span 87,5 mm $\beta = 15^\circ$	74	75	1	74	75	1	74	75	1	1400	30,5
variasi span 70,0 mm $\beta = 15^\circ$	74	74,3	0,3	74	74,3	0,3	74	74,3	0,3	1400	31

4.2 Pengolahan Data

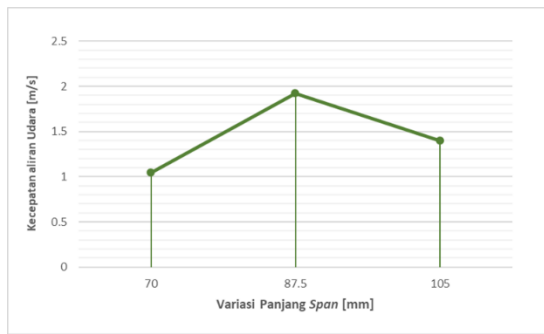
Mengukur kecepatan udara pada *wind tunnel* dengan *Inclined Manometer* didapat data awal berupa pertambahan panjang fluida ukur (minyak tanah) pada mistar. Dengan sudut kemiringan 15° , dimana pertambahan panjangnya dinyatakan dengan Δr , sehingga Δh dapat dicari.

4.3 Pembahasan Data

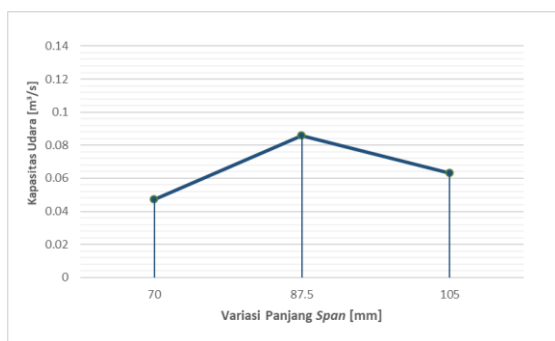
Tabel 2. Data Hasil Perhitungan

Variasi Panjang span	$\Delta h_{udara} (m)$			Rata-rata $\Delta h_{udara} (m)$	v (m/s)	T (°C)	Q ($\frac{m^3}{s}$)
	Δh_1	Δh_2	Δh_3				
Variasi span 105 mm $\beta = 15^\circ$	0,094	0,094	0,094	0,094	1,4	30,5	0,063
Variasi span 87,5 mm $\beta = 15^\circ$	0,188	0,188	0,188	0,188	1,919	30,5	0,086
Variasi span 70,0 mm $\beta = 15^\circ$	0,056	0,056	0,056	0,056	1,047	31	0,047

Berdasarkan tabel data hasil perhitungan (tabel 2) maka dapat dibuatkan grafik hubungan kapasitas udara (Q) terhadap variasi panjang *Span*.



Gambar 5. Grafik Hubungan Variasi Panjang Span Terhadap Kecepatan Aliran Udara



Gambar 6. Grafik Hubungan Variasi Panjang Span Terhadap Kapasitas Udara

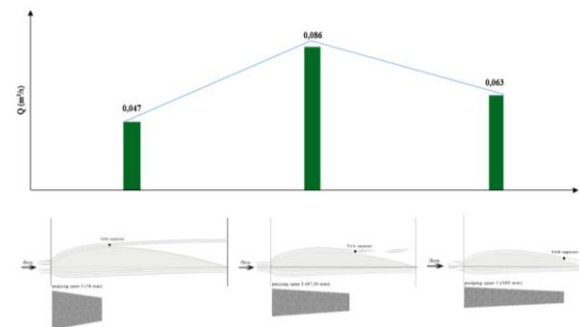
Pada gambar 5 dapat diperhatikan kecepatan udara mengalami peningkatan pada variasi panjang *span* 87,5 mm, kemudian mengalami penurunan pada variasi panjang *span* 105 mm. Hal ini juga dialami pada grafik kapasitas udara dimana peningkatan terjadi pada variasi panjang *span* 87,5 mm dan mengalami penurunan pada variasi panjang *span* 105 mm.

Pada variasi panjang *span* 70 mm memiliki panjang *span* yang paling pendek dari variasi yang lainnya, sehingga kemampuan *span* untuk menangkap udara untuk dihembuskan sangat kecil atau sedikit, dan mengakibatkan kapasitas udara yang dihasilkan pun juga bernilai kecil. Faktor panjang *chord* juga berpengaruh terhadap banyak atau panjangnya gesekan yang terjadi antara fluida kerja dengan permukaan *span*, sehingga mengakibatkan hilangnya energi akibat gesekan, dalam hal ini panjang *span* 70 mm yang memiliki nilai panjang *chord* yang paling besar, sehingga mengalami gesekan paling tinggi.

Pada gambar 7 dapat dilihat jika aliran di sepanjang *chord* masing-masing variasi *span* dengan momentum aliran fluida yang sama (potensi energi yang sama), dapat diindikasikan terdapat perbedaan reaksi atau

respon, akibat kontak antara fluida kerja dengan permukaan masing-masing *span*. Aliran pada panjang *span* 105 mm menunjukkan fluida kerja mengalir sepanjang *chord* dengan titik separasi berada hampir di ujung *chord* (*trailing edge*), dengan demikian distribusi fluida yang dihembuskan pun tidak terlalu banyak, karena fluida mengalir keluar meninggalkan *trailing edge* begitu saja.

Pada variasi panjang *span* 70 mm dengan *chord* yang panjang, lintasan aliran dibagian bawah (*lower side*) juga menjadi panjang, sehingga faktor gesekan yang terjadi pada permukaan (*skin friction*) *span* sangat besar yang mengakibatkan terjadinya *energy loss*.



Gambar 7. Perbandingan Aliran Yang Terjadi Pada Perbedaan Panjang Chord Masing-masing Variasi Span

Pada variasi panjang *span* 70 mm titik terjadinya separasi aliran pun terjadi di dekat *leading edge*, yang mengakibatkan udara yang baru akan dialirkan menjadi pecah, sehingga distribusi udara yang dihasilkan menjadi kecil.

Pada variasi panjang *span* 105 mm merupakan variasi *span* paling panjang diantara variasi lainnya, dengan nilai kapasitas udara lebih besar dari variasi panjang *span* 70 mm. Hal itu dapat terjadi dikarenakan variasi panjang *span* 105 mm memiliki panjang *span* yang lebih panjang, sehingga dapat lebih banyak menangkap udara dibanding variasi panjang *span* 70 mm. Namun dengan nilai panjang *span* yang besar tersebut, variasi panjang *span* 105 mm dapat mengalami defleksi pada sudut akibat *blade loading* dibandingkan dengan variasi panjang *span* 87,5 mm dan 70 mm.

Jika dibandingkan dengan variasi *span* 87,5 mm, panjang *span* yang dimiliki variasi *span* 105 mm lebih panjang, namun nilai kapasitas udara yang paling besar justru dimiliki variasi *span* 87,5 mm. Hal ini bisa terjadi dikarenakan adanya sedikit *slip* antara aliran udara dan permukaan variasi *span* 105 mm, karena panjang *chord* variasi *span* 105 mm yang lebih pendek dibandingkan variasi *span* 87,5 mm. Pada gambar 7 terlihat titik

separasi aliran variasi *span* 105 mm berada di belakang mendekati *trailing edge*, sehingga udara yang melewati permukaan *span* pada variasi *span* 105 mm menghasilkan hembusan udara yang kurang maksimal dibandingkan dengan variasi *span* 87,5 mm.

Pada variasi *span* 87,5 mm juga memiliki kemampuan untuk menangkap udara lebih bagus dibanding variasi *span* 70 mm karena panjang *span* nya tidak terlalu pendek, dan titik separasi aliran berada jauh dari *leading* dan *trailing edge*, sehingga potensi slip kecil dan hembusan yang dihasilkan maksimal. Gesekan yang terjadi antara fluida kerja dengan *span* pun lebih kecil karena panjang *chord* yang dimiliki tidak terlalu panjang sehingga energi yang terbuang pun lebih kecil.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Pengaruh Variasi Panjang *Span* Terhadap Kapasitas Udara *Blower* Aksial, dapat disimpulkan bahwa:

Dari variasi panjang *span* yang telah di uji pada penelitian ini, ternyata variasi panjang *span* yang menghasilkan nilai kapasitas yang paling tinggi yaitu variasi panjang *span* 87,5 mm, dengan nilai kecepatan aliran udara sebesar 1,919 m/s dan kapasitas udara sebesar 0,086 m³/s. Penelitian ini membuktikan bahwa perbedaan panjang *span* pada *blower* aksial akan mempengaruhi kemampuan sudu untuk menangkap banyak sedikitnya udara yang akan dihembuskan, dan kerugian energi akibat gesekan antara fluida kerja dengan permukaan *span*.

Daftar Pustaka

- [1] I. W. Supartama, 2015, *Efek Pemuntiran Sudu Blower Terhadap Laju Aliran Massa*, Skripsi Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Bali.
- [2] Dietzel, Fritz, and D. Sriyono, 1988, *Turbin, Pompa Dan Kompresor*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [3] T. L. Bergman, F. P. Incropera, D. P. DeWitt, and A. S. Lavine, 2011, *Fundamentals of heat and mass transfer*, John Wiley & Sons.
- [4] M. Cross, 1987, *Tenaga Angin*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [5] H. T. Sularso, 2004, *Pompa dan Kompresor*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

- [6] A. S. Tanjung, 2015, *Studi Eksperimen Pengaruh Blade Setting Angle 30° dan 60° Berprofil Flat Plate Terhadap Karakteristik Kerja Axial Fan 120 mm*, Skripsi Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.



Wayan Noven Suherman, menyelesaikan sekolah menengah atas pada tahun 2016 di SMA YP UNILA B.Lampung, kemudian ia melanjutkan ke Universitas Udayana dan mengambil jurusan Teknik mesin, dan menyelesaikan kuliahnya pada tahun 2020.

Topik yang diambil Pengaruh Variasi Panjang *Span* Terhadap Kapasitas Udara *Blower* Aksial.