

ANALISIS PEMILIHAN *TYPE MOTOR AXIAL DIRECT FAN* DAN PERHITUNGAN DAYA MOTOR PADA *OPEN CIRCUIT WIND TUNNEL*

Aswan Tajuddin¹, A. Huzaeni Fadillah², Tri Susilo³, Freddy Franciscus⁴
^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Penerbangan, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma
Email : aeroswan19@gmail.com & aswankaka@gmail.com

ABSTRAK

Wind Tunnel adalah alat yang digunakan dalam penelitian aerodinamika untuk mempelajari karakteristik aliran udara. *Wind Tunnel* digunakan untuk mensimulasikan keadaan sebenarnya pada suatu benda yang berada dalam pengaruh gaya-gaya aerodinamika dalam bidang aeronautika, untuk menganalisis kinerja mekanika terbang (*flight mechanic*) dari suatu benda terbang (*aerial vehicle*). *Wind Tunnel* juga banyak digunakan dalam pengujian berbagai kondisi benda dalam aliran udara seperti konstruksi gedung pencakar langit, lingkungan perkotaan dan lain-lain. Tipe *fan* yang di gunakan adalah *axial fan direct* dengan ukuran 40 inch (101,6 cm) dimana nilai minimal *air volume* yang diperlukan pada bagian *test section* minimum sebesar 38986.36 CMH dan di butuhkan daya sebesar 13,18 KW.

Kata kunci : *Wind Tunnel*, Motor ADF, *Text Section*, *fan*.

A. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan yang cukup pesat, termasuk pada bidang aerodinamika dibutuhkan alat yang dapat menguji bentuk aerodinamis dari suatu rancangan yang telah didesain untuk mengetahui aliran udara yang melewati rancangan tersebut, untuk itu dibuat alat yang disebut terowongan angin (*wind tunnel*). Berdasarkan pada keinginan mensimulasikan penerbangan dalam atmosfer pada tahun 1871 Francis Wenham dan Jhon Browning membuat terowongan angin untuk pertama kalinya. Untuk menunjang penelitian aeronautika dan non aeronautika, diperlukan sarana penelitian aerodinamika berkecepatan rendah oleh karna itu dirancang sebuah terowongan angin berskala laboratorium dengan fasilitas penunjang yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan penelitian yang berkaitan dengan bidang aerodinamika.

Fan pada *wind tunnel* sangat berpengaruh dalam pengujian aerodinamis suatu objek, karena

aliran yang bagus dan stabil dalam pengujian *wind tunnel*. Selain pengaruh dari konstruksi *wind tunnel*, *fan* dan motor pun ikut berperan penting untuk menghasilkan aliran / *flow* stabil yang digunakan untuk pengujian, oleh karena itu pemilihan *fan* dan motor haruslah tepat, seperti perolehan nilai CMH (*Cubic Meter/Hour*) yang dihasilkan dari *fan* yang diperlukan untuk pengujian pada *test section* haruslah sama atau lebih besar dari yang dibutuhkan, serta pemilihan motor diusahakan seefisiensi mungkin

B. LANDASAN TEORI

Sejak Frank H. Wenham (1824 – 1908), seorang anggota *Aeronautical Society Great Britain* pertama kali membangun *wind tunnel*, terowongan angin telah digunakan dalam waktu yang sangat lama untuk memverifikasi teori aerodinamis dari memfasilitasi desain pesawat, khususnya untuk aplikasi di dunia penerbangan. Hingga saat ini, penelitian aerodinamis telah diperluas ke bidang lain seperti industri otomotif, arsitektur, teknik sipil, lingkungan, dan lain –

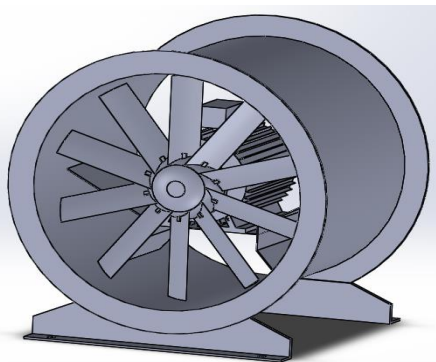
lain, sehingga uji melalui *wind tunnel* menjadi penting ssebagai sebuah keputusan awal dalam proses desain.

Wind Tunnel (terowongan angin) merupakan peralatan uji berbentuk tabung dimana udara dipaksa melaju dengan kecepatan yang diatur untuk mempelajari efek aliran aerodinamis dari suatu benda. Objek atau benda yang diuji diletakkan dibagian tengah seksi uji (*test section*). Udara kemudian digerakkan melewati objek dengan sebuah sistem *fan*. Ada dua tipe wind tunnel yakni dengan sistem dengan saluran tertutup (*closed circuit*) dan sistem dengan saluran terbuka (*open circuit*). Dalam hal ini akan dibuat tipe *open circuit wind tunnel*, karena konstruksinya lebih sederhana dan biaya pembuatannya relatif lebih murah dibandingkan dengan tipe *closed circuit wind tunnel*.

Power Drive (Fan dan Motor)

Fungsi utama penggerak daya adalah menjaga kecepatan aliran udara dalam *wind tunnel* tetap konstan dan mengkompensasi semua kerugian (*loss*) dan disipasi tekanan. Volume udara dapat dihitung dengan hasil kali antara kecepatan pada *test section* yang diinginkan, V dengan luas penampang *test section*.

Daya yang diperlukan oleh motor merupakan fungsi dari kenaikan tekanan, volume udara dan efisiensi *fan*



Gambar 1. Fan dan Motor

Motor Listrik

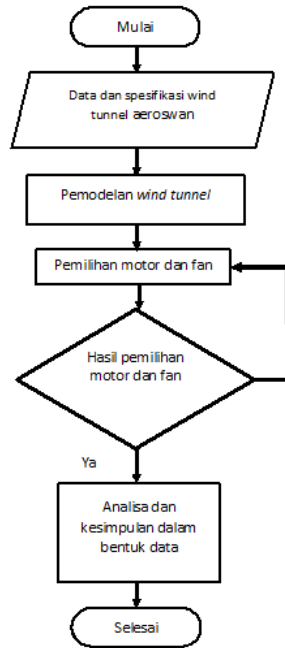
Motor listrik adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Pada motor listrik tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Sebagaimana kita ketahui bahwa : kutub-kutub dari magnet yang senama akan tolak-menolak dan kutub-kutub tidak senama, tarik-menarik. Maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar, dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap.



Gambar 2. Motor Listrik

C. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian disajikan dalam diagram alir pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. Diagram Alir

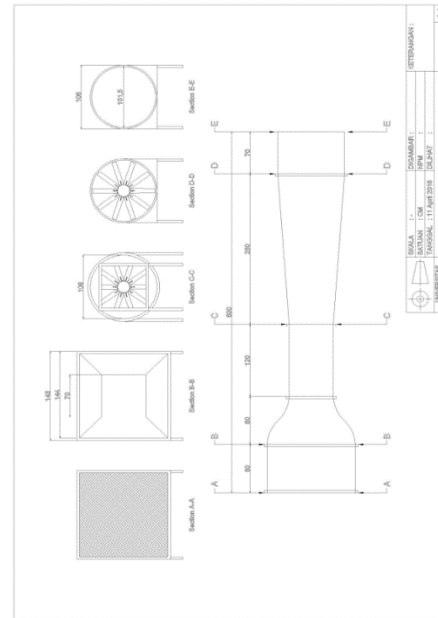
• Wind tunnel

Trowongan angin adalah peralatan yang digunakan untuk melakukan pengujian aerodinamik terhadap sebuah model (umumnya pesawat).

Tabel 1. Dimensi wind tunnel

Panjang wind tunnel	600 cm
Tebal wind tunnel	2.5 cm
Panjang chamber	80 cm
Lebar chamber	140 cm
Panjang contraction	80 cm
Panjang test saction	120 cm
Lebar test saction	70 cm
Panjang diffuser	250 cm
Panjang duct fan	70 cm

Lebar duct fan	106 cm
----------------	--------



Gambar 4. Wind Tunnel

D. PERHITUNGAN & PEMBAHASAN

Proses Simulasi

Wind tunnel adalah alat riset yang dikembangkan untuk membantu dalam menganalisa efek angin yang bergerak atau di sekitar object padat. Pada umumnya, perancangan wind tunnel berdasarkan dari data-data hasil eksperimen. Eksperimen ini menggunakan motor listrik untuk menghasilkan hembusan angin di dalam wind tunnel. Dengan eksperimen yang dilakukan dapat dihasilkan kontribusi tekanan di setiap bagian-bagian wind tunnel tersebut dengan kontruksi wind tunnel

yang telah dirancang. Namun dalam pembahasan kali ini menganalisis pemilihan mesin pada *wind tunnel*.

Perhitungan Tipe Mesin Axial Direct Fan (ADF)

Dengan mengetahui nilai frekuensi dari inverter maka untuk mengetahui nilai RPM nya dapat dilihat pada perhitungan berikut :

$$N = \frac{120 \times f}{P}$$

Dimana

- N = Putaran motor (RPM)
- f = Frekuensi (Hz)
- P = Jumlah kutub motor (4)

$$N = \frac{120 \times 47}{4}$$

$$N = 1410 \text{ RPM}$$



Gambar 5. Axial Direct Fan

Untuk perhitungan kapasitas volume udara yang diperlukan pada test section diketahui berdasarkan dari luas test section dan kecepatan udara yang diinginkan.

Diasumsikan kecepatan yang diinginkan adalah 22,10 m/s.

$$Q = V \times A$$

Dimana

- Q = Debit aliran fluida [CFM / cubic feet per minute (Ft³/min)]

- V = Kecepatan aliran fluida (m/s) / kecepatan yang diinginkan 22.10 m/s
- A = Luas test section (m²)
= 70 cm x 70 cm = 4900 cm² = 0,49 m²



Gambar 6. Desain Teksi Uji

Maka untuk mencari kapasitas volume udaranya adalah :

$$Q = 22.10 \text{ m/s} \times 0,49 \text{ m}^2$$

$$Q = 10.829 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Konversi ke dalam satuan cubic feet per minute / CFM (Ft³/min)

$$1 \text{ m}^3/\text{s} = 2119 \text{ Ft}^3/\text{min}$$

Maka : 10.829 m³/s x 2119 = 22946.65 Ft³/min (CFM)

Jika di konversi ke dalam CMH :

$$1 \text{ Ft}^3/\text{min} = 1,699 \text{ m}^3/\text{h}$$

22946.65 Ft³/min x 1,699 = 38986.36 m³/h (CMH)

Perhitungan Daya Yang Di Butuhkan

Daya total yang dibutuhkan oleh wind tunnel ditentukan oleh energy yang dibutuhkan di seksi uji, ditambah dengan kerugian energy yang terjadi di wind tunnel tersebut. Jadi daya yang dibutuhkan pada wind tunnel tipe terbuka ini, adalah sebagai berikut :

$$P_{total} = P_{seksi\ uji} + \text{Kerugian Energi}$$

$$P_{total} = \frac{1}{2} \times \rho \times A_o \times V^3 (1 + K_{total})$$

Dimana

$$\rho = \text{massa jenis udara } (1.2 \text{ kg/m}^3)$$

$$A_o = \text{luas seksi uji (m)} = 4900 \text{ cm}^2 = 0.49 \text{ m}^2$$

$$V = \text{kecepatan udara pada seksi uji (m/s)} = 22.10 \text{ m/s}$$

$$K_{\text{total}} = \text{Kerugian Energi } (3.1543)$$

$$P_{\text{total}} = \frac{1}{2} \times 1.2 \times 0.49 \times 22.10^3 (1 + 3.1543)$$

$$P_{\text{total}} = 13183.24 \text{ watt} = 13.18 \text{ kw}$$

Pemilihan Axial Direct Fan Yang Digunakan

Model	Blade	Speed RPM	Power KW	PH	Capacity (CMH)		Diameter Inch
					Min	Max	
ALD - 1000/7.5/4	10	1400	7.5	3	25000	40000	40
ALD - 1000/15/4			15		39000	52000	
ALD - 1000/22/4			22		50000	65000	

Model	Blade	Speed RPM	Power KW	PH	Capacity (CMH)		Diameter Inch
					Min	Max	
ALD - 1000/15/4	10	1400	15	3	39000	52000	40

Axial Direct / Pulley Series

CODE	INCH	PH	RPM	KW	CMH	PA		
ALD-300/0.55/2	12"	3	2800	0.55	2100	100	400	
ALD-300/0.75/2			2800	0.75	3900	4450	290	360
ALD-300/0.9/4			1400	0.9	600	2300	50	110
ALD-400/1.1/2	16"	3	2800	1.1	3500	4200	70	500
ALD-400/2.2/2			2800	2.2	6000	8200	200	500
ALD-400/0.9/4			1400	0.9	3600	4350	60	140
ALD-400/0.55/4	20"	3	1400	0.55	4000	5000	70	140
ALD-500/2.2/2			2800	2.2	7000	10000	110	780
ALD-500/4/2			2800	4	11000	15000	300	780
ALD-500/0.75/4	24"	3	1400	0.75	6300	8000	90	200
ALD-500/1.5/4			1400	1.5	7800	9200	120	200
ALD-560/2.2/2			2800	2.2	8500	14700	175	600
ALD-560/4/2	28"	3	2800	4	14700	19000	290	600
ALD-560/1.1/4			1400	1.1	19000	11800	190	200
ALD-560/2.2/4			1400	2.2	12800	13500	145	200
ALD-800/1.5/4	36"	3	1400	1.5	5250	11000	75	300
ALD-800/2.2/4			1400	2.2	12500	16000	135	300
ALD-800/4/4			1400	4	16000	19200	190	300
ALD-800/0.75/8	40"	3	960	0.75	8200	10800	80	140
ALD-800/1.5/8			960	1.5	16000	12000	85	140
ALD-700/3/4			1400	3	15000	21000	100	350
ALD-700/5/4	28"	3	1400	5.5	23000	27000	200	350
ALD-700/1.5/6			960	1.5	14000	16200	75	140
ALD-700/2.2/6			960	2.2	15500	17800	95	140
ALD-800/4/4	32"	3	1400	4	23500	27000	150	350
ALD-800/7.5/4			1400	7.5	31000	34000	235	350
ALD-800/2.2/6			960	2.2	20000	23000	100	140
ALD-900/1/6	36"	3	960	1	21100	24700	110	140
ALD-900/4/4			1400	4	17500	25500	70	450
ALD-900/7.5/4			1400	7.5	28000	36000	170	450
ALD-900/1/8	48"	3	1400	15	45000	51000	310	450
ALD-900/2.2/8			960	2.2	18000	25000	70	280
ALD-900/4/8			960	4	28000	34000	135	300
ALD-1000/7.5/4	40"	3	1400	7.5	25000	40000	180	700
ALD-1000/15/4			1400	15	39000	52000	215	700
ALD-1000/22/4			1400	22	50000	65000	325	700
ALD-1000/5/8	36"	3	960	5.5	30000	40500	125	300
ALD-1000/11/6			960	11	36000	45000	170	300
ALD-1225/11/4			1400	11	30000	59000	165	500
ALD-1225/30/4	48"	3	1400	30	62000	88000	300	900
ALD-1225/48/4			1400	48	89000	105000	490	900
ALD-1225/5/6			960	5.5	31500	50000	95	400
ALD-1225/15/6	48"	3	960	15	40000	80000	200	400
ALD-1225/22/6			960	22	47500	90000	255	400

E. KESIMPULAN

1) Tipe fan yang di gunakan adalah axial fan direct dengan ukuran 40 inch (101,6 cm). Tipe fan axial ini dipilih karena mudah dalam instalasinya, dan ukurannya sesuai dengan outlet pada diffuser serta memiliki spesifikasi yang dibutuhkan.

- 2) Dari hasil dan analisa perhitungan yang telah dilakukan nilai minimal air volume yang diperlukan pada bagian test section minimum sebesar 38986.36 CMH
- 3) Berdasarkan hasil analisa perhitungan di butuhkan daya sebesar 13,18 KW.
- 4) Komponen tambahan untuk fan yang akan di instalasi pada open circuit wind tunnel adalah inverter. Inverter atau variable speed alat yang berfungsi untuk mengatur putaran motor sesuai kebutuhan saat pengujian. Pengaturan kecepatan motor dari inverter ini mengacu pada frekuensi yang di inginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alan Pope & John J. Harper, “Low-Speed Wind Tunnel Testing”, (John Willey & Sons, Inc., New York. 1966).
- [2] Mehta, R.D, Bradshaw, P. (1979). Design Rules for Small Low-Speed Wind Tunnels. The Aeronautical Journal of the Royal Aeronautical Society, Vol.73, P.443.+
- [3] Boudreau, Harold Sherwood. (2009). Design, Construction, and Testing of an Open Atmospheric Boundary Layer Wind Tunnel. University of Florida, Civil Engineering. USA
- [4] Yuniarsih N, Rosbandrio W. 2005. Pengembangan Terowongan Angin Kecepatan Rendah (Low Speed Wind Tunnel), Jurusan Teknik Mesin. Politeknik Negeri Batam.+
- [5] Frank M. White. 1986. Mekanika Fluida. Erlangga. Jakarta.+
- [6] Bruce R. Munson, Donald F. Young, Theodore H. Okiishi. 2002. Fundamentals of Fluid Mechanics. Chiccester: John Wiley & Sons.+