

RANCANG BANGUN FAN PADA TEROWONGAN ANGIN

MUH. FAJRAH INANGKAL¹
SURIANTO BUYUNG²
MARKUS SAMPE BANNE³

^{1,2,3}Politeknik Saint Paul Sorong

Email : muhfajrahbinangkali@gmail.com; buyungsuriyanto@gmail.com

ABSTRAK

Terowongan angin merupakan suatu alat yang akan dipergunakan dalam suatu pengujian ilmiah untuk mengukur beban angin yang terdapat benda yang di uji pada terowongan angin. Prinsip utama cara kerja terowongan angin yaitu dengan meletakkan suatu prototype benda yang akan di uji pada ruang test yang berada pada alat terowongan angin udara yang bergerak dari kontraksi kone masuk yang mengarah ke ruang uji dengan kecepatan laju udara yang teratur sehingga udara tersebut menabrak pada sisi-sisi benda yang akan di uji sehingga membentuk pola aliran yang variatif.

Rancang bangun fan pada terowongan angin di tentukan oleh beberapa dasar demi mendukung kinerja kipas yang baik yaitu penentuan jumlah bilah/sudu kipas, dimensi/diameter kipas, serta bahan yang akan dipakai dalam pembuatan kipas. Proses pembuatan kipas pada alat terowongan angin dimana dilakukan secara bertahap sesuai dengan bahan yang di pakai untuk pembuatan fan/kipas, pada tahapan perancangan fan/kipas dipertimbangkan juga dengan perhitungan-perhitungan yang mendasar sehingga menghasilkan fan/kipas yang sesuai dengan kebutuhan pengujian. Konsep perancangan ini bertumpu pada grafik hubungan antara kecepatan laju udara dengan putaran kipas yang berasal dari motor listrik.

Kata kunci : *Rancang bangun, kipas, motor listrik, terowongan angin*

ABSTRACT

A wind tunnel is a tool that will be used in a scientific test to measure the wind load that there is an object tested in the wind tunnel. The main way the wind tunnel works is by placing a prototype of the object to be tested in the test room located in the air wind tunnel device that moves from the contraction of the incoming kone leading to the test room with a regular air velocity so that the air crashes on the sides of the object to be tested so as to form a varied flow pattern.

The design of the fan in the wind tunnel is determined by several basics in order to support good fan performance, namely determining the number of fan blades/blades, fan dimensions/diameters, and the material to be used in making fans. The process of making fans in wind tunnel tools is carried out in stages according to the materials used for the manufacture of fans / fans, at the stage of designing fans / fans are also considered with basic calculations so as to produce fans / fans that are in accordance with testing needs. This design concept rests on a graph of the relationship between the speed of the air rate and the rotation of the fan coming from the electric motor.

Keywords : *Design fan, electric motor, wind tunnel*

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, ilmu pengetahuan dan teknologi pun ikut berkembang, salah satunya yang terjadi pada industri otomotif dan transportasi serta infrastruktur. Dalam proses kemajuan di berbagai dunia industri tentunya memiliki berbagai faktor- faktor yang menjadi acuan dalam menghasilkan suatu bahan dan produk yang berkualitas dan dapat bertahan lama. Demi mendukung hal tersebut maka di

butuhkan suatu proses perancangan yang di kategorikan layak.

Perancangan di pengaruh oleh berbagai faktor yang dapat mengurangi efisiensi, kualitas, dan daya tahan suatu rancangan, salah satunya yaitu faktor daya tahan terhadap beban angin. Untuk itu di perlukan suatu alat yang dapat menguji beban angin pada suatu rancangan yang mendapat beban angin. Alat tersebut adalah terowongan angin atau yang lebih di kenal dengan wind tunnel.

Wind tunnel atau terowongan angin digunakan sebagai alat utama dalam berbagai teknik aplikasi, salah satunya pada aerodinamika bangunan. Dalam penelitian aerodinamis, terowongan angin digunakan untuk mempelajari fenomena yang terjadi pada udara bergerak pada kecepatan tertentu yang melewati suatu benda padat. (Mahilda & Rustana, 2016)

Perancangan kipas hisap dengan lima sudu/bilah kipas berdiameter 32 cm. Bahan pembuatan kipas berasal dari resin, hardener dan serat fiber. Untuk merancang kipas yang harus bergerak menghisap udara dengan diameter kipas 32 cm, terbuat dari bahan fiber. Memiliki lima bilah atau sudu baling-baling. dengan dimensi baling-baling. Panjang sudu 12 cm, Lebar bagian atas 10 cm, Lebar bagian bawah 7 cm, dan jarak antar tiap sudu 7 cm. Proses perancangan ini bermaksud untuk menghasilkan efisiensi kerja kipas yang maksimal berdasarkan motor penggerak yang di gunakan. Serta mendukung proses pengambilan data hasil pengujian sesuai dengan yang di inginkan.

KAJIAN PUSTAKA

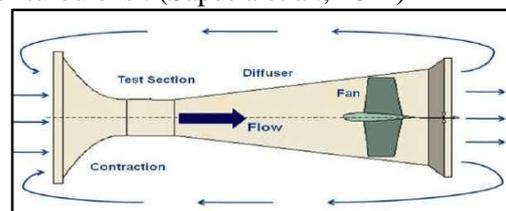
Terowongan Angin (Wind Tunnel)

Terowongan angin atau dalam bahasa inggris Wind tunnel merupakan sebuah alat yang dirancang dan dioperasikan pada tahun 1871 oleh Francis Herbert Wenham (Aeronautical Society of Great Britain) digunakan untuk penelitian aerodinamika yang di mana udara yang ada di dalam terowongan angin mengalir dan melewati benda padat sebagai objek uji coba. Terowongan angin juga digunakan untuk mempelajari efek aliran udara dan karakteristik udara saat melewati benda padat. Efek dari aliran udara yang di timbul kan berupa gaya aerodinamika yang terbagi jadi tiga yaitu; gaya angkat (lift force), gaya tekan (down force), dan gaya hambat (drag force). Terowongan angin biasanya di gunakan untuk pengujian kendaraan darat dan udara seperti mobil, motor, dan pesawat tidak hanya pengujian kendaraan terowongan angin juga bisa di gunakan untuk pengujian bangunan atau gedung di mana pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat sebuah bangunan menahan kecepatan angin. (Xaverius & Hidayat, n.d.)

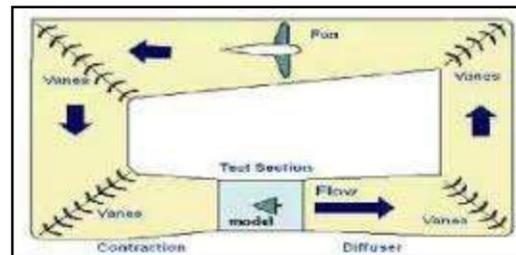
Jenis-jenis Terowongan

Angin Sebagai alat penunjang Ada dua tipe dasar terowongan angin. Pada Gambar 1

merupakan terowongan angin rangkaian terbuka. Setelah udara meninggalkan Terowongan angin, udara tersebut dihembuskan langsung ke udara bebas. Bila terowongan angin mengambil udara langsung dari atmosfer Seperti Gambar 2 maka termasuk terowongan angin rangkaian tertutup, serupa dengan namanya yang terakhir, udara yang telah keluar dari Terowongan angin diarahkan kembali untuk dimasukkan ke *settling chamber*. Tipe terowongan angin yang akan dipergunakan di dalam penelitian ini yaitu tipe terowongan angin rangkaian terbuka disaat udara yang telah melewati tidak diarahkan kembali tetapi akan langsung menuju udara bebas. Keuntungan dari cara ini yaitu lebih efisien dan dapat meminimalisir kerugian energi dan turbulensi. (Saputra et al., 2021)



Gambar 1. Terowongan Angin Aliran Terbuka



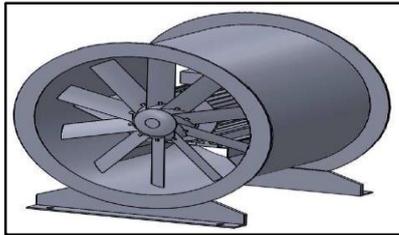
Gambar 2. Terowongan Angin Aliran tertutup

Rancang Bangun Fan/Kipas Pada Terowongan Angin

Proses perancangan fan/kipas penggerak pada terowongan angin aliran terbuka dengan prinsip perancangan menggunakan persamaan kontinuitas yang dimana perancangan fan/kipas dapat menghasilkan efektivitas aliran angin dan juga laju aliran yang proporsional sesuai dengan permintaan pengujian.

1. Rancang Kipas

Perancangan kipas yang menghasilkan daya hisap atau di maksud kipas aksial dan di kenal juga dengan nama *exhaust fan*. Fan/kipas yang akan dirancang dengan berbahan dari serat fiber, hardener dan resin.



Gambar 3. Rancangan Kipas

2. Rancang Dudukan Motor

Perancangan dudukan motor diharapkan dapat menopang beban dari motor baik motor dalam kondisi tidak beroperasi maupun beroperasi pemilihan bahan menggunakan besi plat strip lebar 5cm dan tebal 2 mm motor di tahan oleh 8 kaki pemegang dimana bagian depan terdapat 4 kaki pemegang dan bagian belakang terdapat 4 kaki pemegang pada bagian depan dan belakang kaki pemegang motor terdapat besi plat strip.

Rumus Perhitungan

Torsi Motor Terhadap Momen Inersia

$$I_m = 1.1 I_f (nf/nm)^2$$

Kecepatan Kipas / Fan Speed

$$\text{Tip speed (ft/min)} = D \times S \times \frac{\pi}{12}$$

Diameter Dan Lebar Karangan Sudu

Kecepatan keliling

$$u_1 = \frac{\pi D_1 n}{60}$$

sehingga diperoleh,

$$\frac{1}{2} c_1 \cos \alpha_1 = \frac{\pi D_1 n}{60} \text{ atau } \frac{1}{2} k (2g H_e) \frac{1}{2} \cos \alpha = \frac{\pi D_1 n}{60}$$

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 metode yaitu studi literatur untuk mempelajari fakta sekunder dari referensi yang berkaitan dengan penelitian, metode perbandingan dimana referensi dikumpulkan diolah dan melakukan verifikasi data dari hasil yang di peroleh untuk menyamakan hasil data pustaka dan melakukan analisis perbandingan, serta metode analisis data dan pembahasan terhadap parameter-parameter yang telah dilakukan.

Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang akan ditempuh oleh penulis adalah:

- a) Menyiapkan suatu gambar rancangan daripada fan/kipas

- b) Melakukan pendekatan teknik terhadap proses pembuatan kipas
- c) Proses pengoptimalan rancangan kipas. Dengan beberapa parameter tertentu
- d) Melakukan pemilihan jumlah blade yang akan digunakan
- e) Menyiapkan alat dan bahan untuk pembuatan fan/kipas
- f) Proses pembuatan kipas dengan berbahan dasar resin dan hardener dengan proses pelapisan campuran hardener sesuai ketebalan yang telah di tentukan
- g) Melakukan tahapan akhir pembuatan (*finishing*) dari pada fan/kipas yang telah dibuat atau di cetak.
- h) Pembuatan kerangka dudukan motor dan rumah kipas
- i) Mengatur atau bervariasi laju kecepatan kipas dengan alat bantu dimmer yang dipasang pada motor penggerak
- j) Melakukan pengambilan data berdasarkan rumus-rumus yang mempengaruhi kinerja kipas.

Perencanaan Kipas

Tabel 1. Perencanaan Kipas

No	Perencanaan Fan/Kipas	Ukuran
1	Jenis Kipas	Kipas Hisap
2	Diameter Kipas	32 Cm
3	Diameter Bandul Kipas	8 Cm
4	Diameter Atas Sudu	10 Cm
5	Diameter Bawah Sudu	7 Cm
6	Jarak Antara Tiap Sudu	7 Cm
7	Panjang Sudu	12 Cm
8	Jumlah Sudu	5 (Bilah)

Tabel 2. Penentuan Dimensi

No	Perencanaan Fan/Kipas	Ukuran
1	Jenis Kipas	Kipas Hisap
2	Diameter Kipas	32 cm
3	Diameter Atas Sudu	10 cm
4	Diameter Bawah Sudu	7 cm
5	Jarak Antara Tiap Sudu	7 cm
6	Panjang Sudu	12 cm
7	Jumlah Sudu	5 (BILAH)
8	Gambar Blade Kipas	

HASIL PENELITIAN

Pengerjaan dan Perakitan *Fan/Kipas*

Tabel 3. Pengerjaan dan Perakitan Kipas

LANGKAH Pengerjaan		
No	Langkah pengerjaan kipas	Gambar
1	Menyediakan cetakan daripada fan dengan model exhaust fan 5 bilah	
2	Pencampuran resin dan hardener dengan perbandingan 5:1	
3	Pemotongan kain fiber sesuai dengan ukuran kipas	
4	Penempatan kain fiber pada cetakan	
5	Memberi lapisan awal resin dan hardener pada cetakan, dengan tebal lapisan awal	
6	Melepaskan lapisan pertama dari media cetakan	
7	Menambah lapisan ke dua	
8	Menambah lapisan ke tiga	
9	Mencetak impeller kipas	
10	Proses penyambungan impeller kipas dan blade kipas	

11	Hasil cetakan fan	
12	Finishing	

Pemilihan Bahan Kerangka dan Motor Penggerak

Besi Kerangka

Besi siku diproduksi dengan panjang standar enam meter, namun besi siku memiliki ukuran lebar penampang dan ketebalan yang bervariasi. Disini saya mengambil besi siku dengan ukuran 3x3 cm sebagai kerangka dari pada dudukan motor serta rumah (*cover*) daripada motor dan kipas.



Gambar 4. Besi Kerangka

Pemilihan Motor Listrik

Pemilihan motor listrik sebagai salah satu penggerak utama daripada kipas sangatlah penting dimana selain sumber tenaga juga agar dapat mendukung proses pengujian yang berlangsung, disini saya menggunakan motor listrik jenis shaded pole. Satu phase kapasitas 220 volt, 50 Hz, jumlah kutub gulungan (pole) ada 2 (dua).



Gambar 5. Motor Listrik

Variasi Putaran Motor

Kebutuhan kecepatan putaran motor (RPM), sangat penting karena diperlukan kecepatan laju aliran angin yang berbeda-beda pada tiap tahapan pengujian. Laju putaran motor sangat berbanding lurus dengan kecepatan daripada fan/kipas pada alat terowongan angin. Diketahui putaran awal motor berkisar 2800 r/min, yang dimana pada

kecepatan putaran sekian divariasikan menjadi 3 (tiga) tahap kecepatan yang dipakai pada berbagai tahapan pengujian berkelanjutan. Putaran 1 dengan 930 r/min, Putaran 2 dengan 1800 r/min serta putaran 3 dengan 2700 r/min.

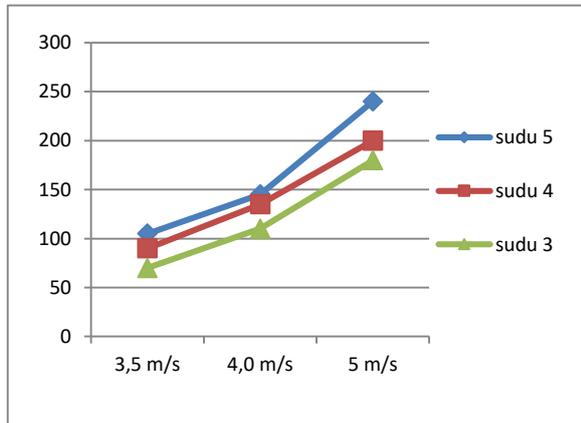
Perhitungan

Tabel 4. Hasil Perhitungan

Hasil Perhitungan					
No	Laju putaran motor	Momen inersia motor listrik	Momen inersia kipas	Laju sapuan kipas	Kecepatan teoritis
1	3000 Rpm	8,4 Kg/m ²	3,020 Kg/m ²	1684,8 m ² /min	Putaran kipas 1 = 285,6 hasil = 4,7m/s putaran kipas 2 = 945,2 hasil = 15,8 m/s putaran kipas 3 = 1.545 hasil = 25,8 m/s

Grafik Hubungan Kecepatan Angin

a. Hubungan kecepatan angin terhadap RPM pada variasi jumlah blade



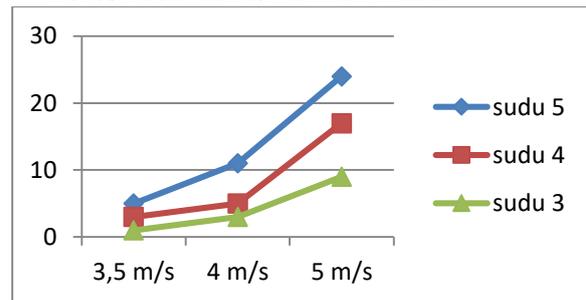
Gambar 6. Hubungan kecepatan angin terhadap RPM pada variasi jumlah blade

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa putaran turbin semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya kecepatan angin, artinya dengan semakin besar kecepatan angin yang diberikan maka semakin besar pula energi angin yang

mengakibatkan sudu turbin menjadi putaran turbin yang dapat dikonvesikan.

Kerapatan dari tiap blade/sudu satu dengan yang lainnya juga akan mempengaruhi putaran turbin, semakin dekat jarak blade dengan blade yang lain maka daya hisap terhadap angin yang bergerak pada alat terwongan angin semakin meningkat, dengan jumlah blade yang sedikit maka luasan sudu penangkap anginnya semakin sedikit sehingga dibutuhkan putaran motor listrik yang tinggi demi memenuhi kebutuhan laju aliran angin yang diinginkan jumlah blade yang sedikit dapat mempengaruhi laju kecepatan angin berkurang semakin banyak jumlah blade yang digunakan maka kerapatan daya hisap blade semakin meningkat sehingga kecepatan motor yang diberikan sesuai dengan kecepatan laju aliran angin yang dibutuhkan.

b. Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Daya Poros Pada Variasi Jumlah Blade



Gambar 7. Hubungan kecepatan angin terhadap daya poros pada variasi jumlah blade

Perbandingan antara beberapa jumlah blade/sudu yang digunakan mempunyai daya poros yang berbeda-beda pada turbin angin, pada gambar dapat dilihat bahwa turbin yang menggunakan 3 blade pada kecepatan angin 3 m/s mempunyai nilai yang dihasilkan oleh daya poros 0,789 watt, sedangkan dengan turbin yang menggunakan 5 blade dimana nilai output yang dihasilkan sebesar 4,988 watt, semakin tinggi kecepatan angin dan semakin banyak jumlah blade maka semakin tinggi daya poros yang dihasilkan. Pada kecepatan angin yang bergerak di terowongan angin (wind tunnel) jumlah blade menjadi penentu kecepatan angin yang bersirkulasi di dalam ruangan jika pada turbin angin jumlah blade mengatur kecepatan putar rotor maka pada terowongan angin dengan variasi putaran motor berada di putaran rendah dapat

meningkatkan laju aliran angin jika semakin banyaknya jumlah blade yang digunakan.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses rancang bangun fan/kipas pada alat terowongan angin di dasari oleh beberapa parameter tertentu demi menghasilkan suatu rancangan yang baik dengan pencapaian kerja kipas yang maksimal.
2. Pemilihan awal rancangan fan/kipas dengan menggunakan bilah berjumlah 5 (lima) ditentukan dengan menggunakan beberapa tahapan serta menggunakan persamaan perbandingan jumlah bilah terhadap laju aliran angin pada turbin angin
3. Karakteristik fan/kipas pada alat terowongan angin yaitu kipas yang menghisap udara dari depan alat terowongan angin ke bagian belakang alat.
4. Perbandingan dari beberapa jumlah bilah yang digunakan memiliki beberapa hubungan dasar yang dinyatakan dalam bentuk grafik hubungan
5. Hukum kipas 1 sampai 3 sangat berperan penting dalam pemenuhan serta penentuan jumlah sudu kipas yang akan digunakan
6. Pentingnya pemenuhan kipas dapat diketahui dengan menghitung tip rasio kipas, laju arah sapuan kipas, dan laju kecepatan kritis.
7. Laju putaran motor listrik berbanding lurus dengan laju kecepatan kipas meningkatnya putaran motor listrik maka laju putaran kipas meningkat hingga meningkatkan laju aliran angin

DAFTAR PUSTAKA

- A.Chengel Yunus, Cimbala John M, 2006, *Fluid mechanic and fundamental Applications*, New York:McGraw Hill.
- Anderson John D, Jr, 2001 *Fundamental of Aerodinamics*, Singapore: McGraw Hill
- Barlow J B, Rae, William H, Pope, Alan, *Low Speed Wind Tunnel Testing*, 1999, New York: John Wiley & Sons.
- Mahilda, N., & Rustana, C. E. (2016). Studi Pengaruh Screen Mesh Terhadap Intensitas Turbulensi Pada Terowongan Angin Sirkuit Terbuka. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, V, 147–150.
- Saputra, R. A., Gede, C., Partha, I., &

Sukerayasa, I. W. (2021). Energi Angin Exhaust Fan Turbin Angin Sumbu Horizontal Dengan Pengarah Angin (Wind Tunnel). *Jurnal Spektrum*, 8(2), 229–237.

Xaverius, F., & Hidayat, M. F. (n.d.). Rancang Bangun Terowongan Angin Kecepatan Rendah Tipe Terbuka Sederhana Dengan Smoke Generator Sebagai Visualisasi Aliran Udara Untuk Alat Praktikum. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 7(2), 63–72.