

Analisis Perhitungan Daya Motor Dan Kecepatan Aliran Pada Wind Tunnel Tipe Open Circuit Dengan Test Section Area 0,4 X 0,4 m²

Ziyan Mufidurroyhan ^{a,1,*}, Subagyo ^{a,2}

^a Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Indonesia

ziyanmroyhan@gmail.com

* Corresponding Author

ARTICLE INFO

ABSTRAK

Article History

Submission 10-06-2024

Revision 14-06-2024

Accepted 15-07-2024

Kata Kunci:

Kata kunci: energi terbarukan, PLTPH, sudut turbin, debit air, keluaran daya.

Wind tunnel (terowongan angin) yaitu peralatan uji berstruktur tabung dimana udara dipaksa melaju dengan kencang yang digunakan untuk mempelajari efek aliran aerodinamis pada suatu objek benda. Benda atau objek yang diuji ditempatkan dibagian tengah test section. Maka udara direaksikan melewati objek benda dengan sebuah skema fan. Fan sangat penting pada pengujian aerodinamis suatu objek benda, sebab aliran yang stabil dan bagus sangat berpengaruh dalam pengujian wind tunnel. Selain pengaruh pada konstruksi wind tunnel, fan dan motor juga ikut berperan penting guna memperoleh aliran flow yang stabil untuk digunakan dalam pengujian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai CMH (Cubic Meter\Hour) yang dihasilkan dari fan, untuk mengetahui nilai keseluruhan jumlah kerugian energi pada tiap komponen wind tunnel, dan untuk mengetahui daya motor yang akan digunakan pada fan. Dari perhitungan yang telah dilakukan, maka nilai minimal air volume yang diperlukan pada bagian test section adalah sebesar 12.096.608,2 m³/h (Cubic Meter Hour). Perhitungan energy losses dari setiap komponen pada wind tunnel tipe open circuit yaitu : K₀ = Honeycomb = 6,07523304, K₁ = Screen = 6,07523304, K₂ = Contraction = 5,9392, K₃ = Test Section = 40, K₄ = Diffuser = 39,364, K₅ = Saluran discharge = 19,4907322, Maka total dari keseluruhan nilai tersebut dijumlahkan K_{total} = 116,944398, dan perhitungan nilai daya motor yang dibutuhkan sebesar 101.713,4 Watt.

This is an open access article under license [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



1. Pendahuluan

Wind tunnel (terowongan angin) yaitu peralatan uji berstruktur tabung dimana udara dipaksa melaju dengan kencang yang digunakan untuk mempelajari efek aliran aerodinamis pada suatu objek benda. Benda atau Objek yang diuji ditempatkan dibagian tengah test section. Maka udara direaksikan melewati objek benda dengan sebuah skema fan. Pada

analisis penelitian ini akan dibangun pada rancangan alat uji di wind tunnel tipe rangkaian terbuka (low subsonic wind tunnel open circuit). Wind tunnel tipe low subsonic rangkaian terbuka ini bagian utamanya terdiri dari Settling chamber, contraction, test section, difuser, dan fan.

Pada wind tunnel, fan sangat penting pada pengujian aerodinamis suatu objek benda, sebab aliran yang stabil dan bagus sangat berpengaruh dalam pengujian wind tunnel. Selain pengaruh pada konstruksi wind tunnel, fan dan motor juga ikut berperan penting guna memperoleh aliran flow yang stabil untuk digunakan dalam pengujian. Oleh sebab itu fan dan motor harus tepat guna untuk perolehan nilai angka CMH (Cubic Meter/Hour). Fan dalam pengujian pada bagian test section lebih besar dari pada yang dibutuhkan, namun pemilihan motor diusahakan seefisiensi mungkin. Pada penelitian ini fan yang digunakan dalam wind tunnel rangkaian terbuka adalah tipe propeller fan.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisis terhadap daya yang dikonsumsi oleh motor pada wind tunnel. Fokus utama penelitian ini adalah menginvestigasi bagaimana variasi kecepatan angin dan perubahan geometri model aerodinamika dapat memengaruhi tingkat konsumsi daya motor tersebut.

Perencanaan dan pembuatan wind tunnel dalam penelitian ini merujuk pada proses perencanaan dan pelaksanaan konstruksi terowongan angin yang digunakan untuk menguji model atau prototype dalam pengembangan suatu proyek. Wind tunnel dirancang untuk mensimulasikan kondisi aliran udara yang mirip dengan lingkungan nyata, sehingga memungkinkan peneliti untuk mengamati perilaku objek atau desain tertentu dalam kondisi aerodinamika yang terkendali. Pembuatan wind tunnel mencakup konstruksi fisik terowongan angin, instalasi perangkat pengukur, dan pengaturan sistem kontrol untuk menghasilkan aliran udara yang konsisten dan dapat disesuaikan.

Pengujian wind tunnel dilakukan dengan mengatur kecepatan aliran udara sesuai kebutuhan eksperimen, memastikan kalibrasi sensor pengukur seperti tekanan dan kecepatan udara, serta menempatkan model di dalam terowongan. Setelah itu, pemanasan dilakukan untuk mencapai kondisi stabil sebelum memulai pengujian. Hasil data yang diperoleh selama pengujian membantu analisis yang akurat terkait dengan aerodinamika model yang diuji.

Proses pengambilan data pada motor di wind tunnel melibatkan serangkaian langkah sistematis yang dimulai dengan penentuan variabel yang relevan, seperti daya motor, kecepatan angin, dan faktor-faktor lainnya. Setelah itu, dilakukan pemilihan alat dan peralatan yang tepat, termasuk sensor-sensor khusus untuk mengukur parameter yang diinginkan. Lokasi dan konfigurasi wind tunnel dipersiapkan dengan cermat, disertai dengan kalibrasi teliti pada semua alat pengukur guna memastikan ketepatan dan keakuratan data. Pengujian awal dilakukan untuk memvalidasi fungsi peralatan dan memberikan gambaran awal mengenai karakteristik daya motor.

3. Hasil dan Pembahasan

Besarnya daya yang dibutuhkan oleh fan dipengaruhi oleh massa jenis udara, luas seksi uji pada test section, kecepatan udara di test section, dan total kerugian energi.

Perhitungan Energy Losses pada Honeycomb



Gambar 1. Honeycomb

Mencari terlebih dahulu nilai dimensi Local (D) :

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{A_{\text{inlet contraction}}} \\ &= \sqrt{3200 \text{ cm}^2} \\ &= 56,568 \text{ cm} \end{aligned}$$

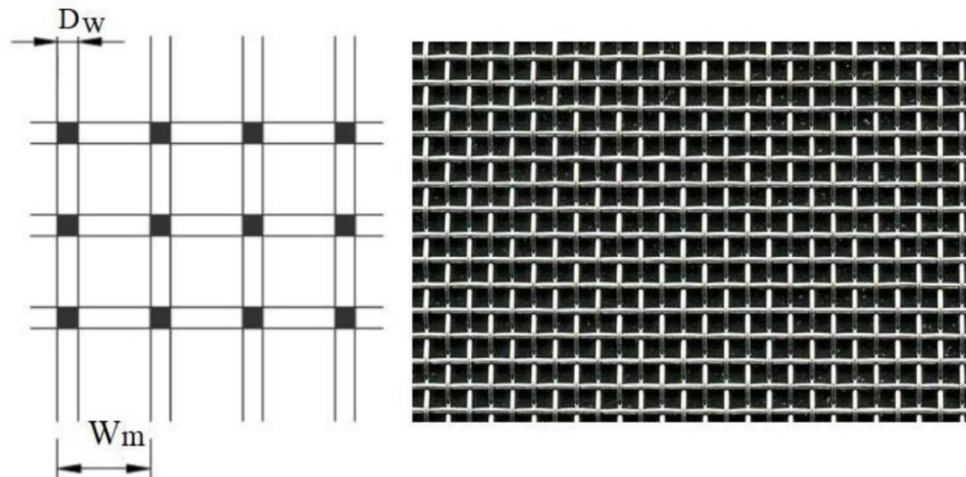
Rumus mencari energy losses pada Honeycomb

Rumus mencari *energy losses* pada *Honeycomb*

$$\begin{aligned} K_0 &= K \left(\frac{D_0}{D} \right)^4 \\ K_0 &= 0,3 \left(\frac{120 \text{ cm}}{56,568} \right)^4 \\ &= 0,3 \left(\frac{207.360.000}{10.239.607,2} \right) \\ K_0 &= 6,07523304 \end{aligned}$$

Perhitungan Energy Losses pada Screen

Saringan kawat berbentuk segi empat dan terbuat dari kawat besi. Banyaknya saringan kawat yang digunakan pada wind tunnel sebanyak satu screen. Maka nilai kerugian energi pada screen yaitu :



Gambar 2. Screen

$$K_1 = n \times k \times \left(\frac{D_o}{D}\right)^4$$

Diketahui :

n = jumlah screen yang digunakan (1 screen)

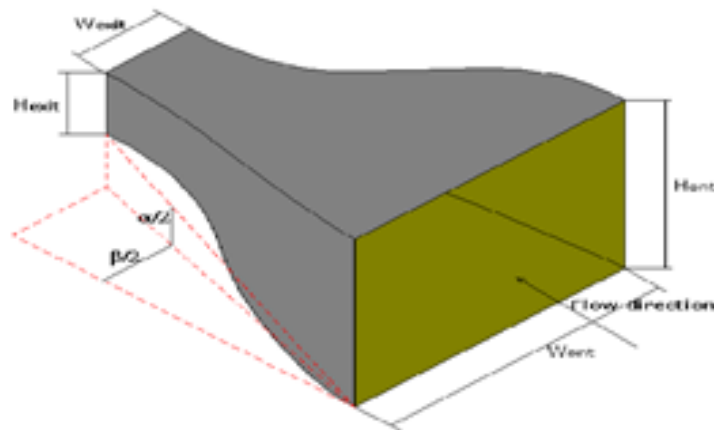
k = koefisien screen (0,30)

Maka :

$$K_1 = 1 \times 0,3 \times \left(\frac{120 \text{ cm}}{56,568 \text{ cm}}\right)^4$$

$$K_1 = 6,07523304$$

Perhitungan Energy Losses pada Contraction



Gambar 3. Contraction

Energy losses pada contraction terutama disebabkan oleh kerugian gesekan. Untuk referensi yang didapat nilai koefisien gesekan untuk bahan plat baja yaitu sebesar 16, sehingga pada contraction nilai kerugiannya adalah :

$$K_2 = 0,32 \times \lambda \times \left(\frac{L_c}{D_o} \right)$$

Dimana :

λ = friction coefition plat baja = 16

L_c = Panjang contraction

D_o = Diameter contraction

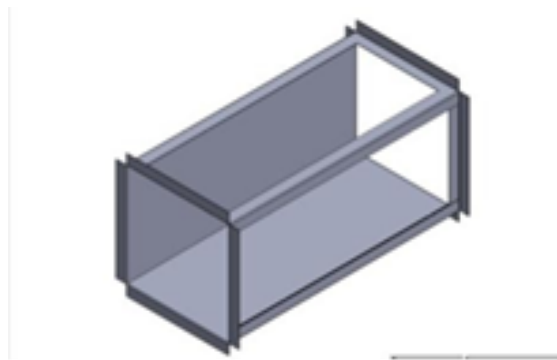
Maka :

$$K_2 = 0,32 \times 16 \times \left(\frac{1400 \text{ mm}}{1200 \text{ mm}} \right)$$

$$= 5,12 \times 1,16$$

$$K_2 = 5,9392$$

Perhitungan Energy Losses pada Test Section



Gambar 4. Test section

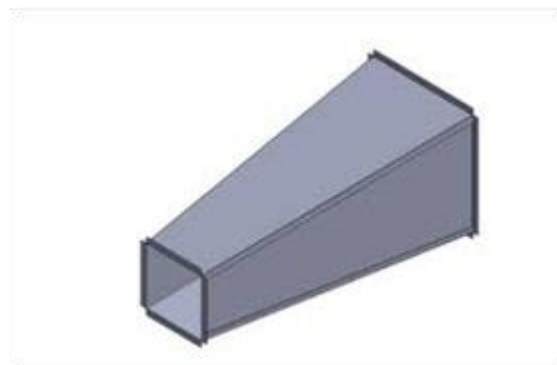
Energy losses pada test section didefinisikan sebagai berikut :

$$K_3 = \lambda \left(\frac{L_{ts}}{D} \right) \left(\frac{D_o}{D} \right)$$

$$= 16 \left(\frac{1000 \text{ mm}}{400 \text{ mm}} \right) \left(\frac{400 \text{ mm}}{400 \text{ mm}} \right)^4$$

$$= 16 (2,5) (1)$$

$$K_3 = 40$$



Gambar 5. Diffuser

Energy losses pada diffuser tidak hanya disebabkan oleh koefisien gesekan, tetapi perlu diperhitungkan juga pembesaran penampang diffuser dari inlet ke outlet diffuser. Maka kerugian energi didefinisikan sebagai berikut :

Diketahui :

a = sudut divergensi 7°

D_0 = 40 cm (Diameter Outlet)

D_1 = 40 cm (Diameter Inlet)

D_2 = 50 cm (Diameter Fan)

$$K_4 = \left(\frac{\lambda}{2 \tan(7^\circ)} + 0,6 \tan\left(\frac{a}{2}\right) \right) \left(1 - \frac{D_1^4}{D_2^4} \right) \left(\frac{D_0^4}{D_1^4} \right)$$

Maka :

$$\begin{aligned} K_4 &= \left(\frac{16}{0,24} + 0,0736 \right) \left(1 - \frac{40^4}{50^4} \right) \left(\frac{40^4}{40^4} \right) \\ &= (66,6 + 0,0736) \left(1 - \frac{2.560.000}{6.250.000} \right) \left(\frac{2.560.000}{2.560.000} \right) \\ &= (66,6736) (1 - 0,4096) (1) \end{aligned}$$

$$K_4 = 39,364$$

Energy losses pada saluran discharge sulit untuk ditentukan, maka umumnya diambil 20% dari energi yang hilang. Maka kerugian energi didefinisikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} K_5 &= 20\% \times (K_0 + K_1 + K_2 + K_3 + K_4) \\ &= 20\% \times (6,07523304 + 6,07523304 + 5,9392 + 40 + 39,364) \\ &= 20\% \times (97,453661) \end{aligned}$$

$$K_5 = 19,4907322$$

Jadi :

$$\begin{aligned} K_{\text{total}} &= K_0 + K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 \\ &= 6,07523304 + 6,07523304 + 5,9392 + 40 + 39,364 + 19,4907322 \end{aligned}$$

$$K_{\text{total}} = 116,944398$$

Daya total yang dibutuhkan oleh wind tunnel ditentukan oleh energi yang dibutuhkan di seksi uji, ditambah dengan energy losses yang terjadi pada bagian-bagian wind tunnel. Maka daya yang dibutuhkan pada wind tunnel tipe open circuit sebagai berikut :

$$P_{\text{total}} = P_{\text{seksi uji}} + \text{Energy Losses}$$

$$= \rho \times A_0 \times V^3 (1 + K_{\text{total}})$$

Diketahui :

ρ = Massa jenis udara = 1,164 kg/m³

A_0 = Luas seksi uji = 40 cm x 40 cm = 1600 cm² = 0,16 m²

V = Kecepatan udara pada seksi uji = 21 m/s

Maka :

$$= \rho \times 1,164 \text{ kg/m}^3 \times 0,16 \text{ m}^2 \times 21^3 \text{ m/s} (1 + 116,944398)$$

$$= \rho \times 1,164 \text{ kg/m}^3 \times 0,16 \text{ m}^2 \times 9261 \text{ m/s} (117,944398)$$

$$= 862,38432 (117,944398)$$

$$= 101.713,4 \text{ Watt}$$

Kapasitas Volume Udara

Untuk perhitungan kapasitas volume udara yang diperlukan pada test section, dikehui berdasarkan dari luas test section dan kecepatan udara yang diinginkan. Untuk kecepatan udara yang diinginkan adalah 21 m/s.

Rumus kapasitas volume udara adalah :

$$Q = V \times A$$

Dimana :

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

V = Kecepatan aliran fluida (m/s)

A = Luas test section (m²)

$$= 40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} = 1600 \text{ cm}^2 = 0,16 \text{ m}^2$$

Maka :

$$Q = 21 \text{ m/s} \times 0,16 \text{ m}^2 = 3,36 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dikonverensi ke satuan Ft³/min = (1 x 2119)

Cubic feet per-minute = 3,36 m³/s x 2119

$$= 7.119,84 \text{ Ft}^3/\text{min}$$

Dikonverensi ke satuan m³/h = (1 x 1.699)

Cubic meter per-hour = 7.119,84 Ft³/min x 1.699

$$= 12.096.608,2 \text{ m}^3/\text{h}.$$

4. Kesimpulan

1. Dari perhitungan yang telah dilakukan, maka nilai minimal air volume yang diperlukan pada bagian test section adalah sebesar 12.096.608,2 m³/h (Cubic Meter Hour).
2. Perhitungan energy losses dari setiap komponen pada wind tunnel tipe open circuit yaitu:

$$K0 = \text{Honeycomb} = 6,07523304$$

$$K1 = \text{Screen} = 6,07523304$$

$$K2 = \text{Contraction} = 5,9392$$

$$K3 = \text{Test Section} = 40$$

$$K4 = \text{Diffuser} = 39,364$$

$$K5 = \text{Saluran discharge} = 19,4907322$$

Maka total dari keseluruhan nilai tersebut dijumlahkan

$$K_{\text{total}} = 116,944398$$

3. Perhitungan nilai daya motor yang dibutuhkan sebesar 101.713,4 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afifah, Y. N. (2016). Aliran Tak Tunak Fluida Nano Magnetohidrodinamik (Mhd) Yang Melewati Bola Teriris.
- [2] Belokan, R., Statis, B., & Besi, M. (2022). Siku Lubang.
- [3] G, A. T. (2019). Analisis Dan Perhitungan Pada Daya Motor Untuk Terowongan Angin (Wind Tunnel) Tipe Subsonic Dengan Test Section 0,2 X 0,2 M Untuk Alat Peraga Mekanika Fluida Skala Laboratorium. *Mechonversio: Mechanical Engineering Journal*, 2(2), 25. <https://doi.org/10.51804/mmej.v2i2.615>
- [4] Herlan, D., Teknik, J., Fakultas, E., Universitas, T., & Jakarta, M. (2014). 237-458-1-Sm. November, 1–6.
- [5] HIPI, I. I. A. (2011). Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Kinerja Kincir Angin Tipe Propeller Pada Wind Tunnel Sederhana Ikhwanul.
https://www.engineersedge.com/coeffients_of_friction.htm
- [6] Mohanis. (2015). Block Caving – A Viable Alternative?, 21(1), 1–9.
- [7] Mega Esti Suci Sayekti dan Alief Avicenna Luthfie. (2022). Analisis Energi Kipas Aksial untuk Menghasilkan Kecepatan Angin 50 m/s pada Low Speed Wind Tunnel, 11(3), 202-207
- [8] Nurnawaty dan Sumardi. (2020). Analisis Perubahan Tinggi Tekanan Akibat Sudut Belokan 90Dan 450 Dengan Menggunakan Fluid Friction Apparatus. *Jurnal Teknik Hidro*, 13(1), 28–37.
- [9] Rizalallah, A. A. (2020). Uji Aktivitas Antikoagulan Ekstrak Etanol 96 % Daun Sirih Merah (Piper Crocatum Ruiz & Pav) Secara In Vitro. Skripsi, STIKES Rumah Sakit Anwarfile:///C:/Users/Advan/Downloads/BAB II.Pdf Medika, 1–114.
- [10] Tajuddin, A., Fadillah, A. H., Susilo, T., & Franciscus, F. (2023). Analisis Pemilihan Type Motor Axial Direct Fan Dan Perhitungan Daya Motor Pada Open Circuit Wind Tunnel. 12(1), 9–13.