

PERANCANGAN, PEMBUATAN DAN PENGUJIAN TEROWONGAN ANGIN SIRKUIT TERBUKA TIPE SUBSONIK PADA REPLIKA MOBIL BERSKALA 124

**Muhammad Aflah Reyhan Afrianto¹⁾, Rosyida Permatasari²⁾,
M Sjahrul Annas³⁾**

^{1,2,3)}Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti
Corresponding Author: rosyida@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dibidang industri maupun transportasi bergerak dengan signifikan, sehingga enjinir berlomba dalam menciptakan atau mengembangkan produk dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Dalam menguji sebuah prototip, dilakukan sebuah pengujian yang mengandalkan ilmu aerodinamika. Aerodinamika adalah ilmu yang mempelajari gaya yang bekerja pada suatu benda yang berada pada suatu aliran fluida. Terowongan angin digunakan dalam pengujian suatu prototip. Pada perancangan sebuah terowongan angin, hal yang harus diperhitungkan adalah dimensi dari tiap komponen dan seberapa besar intensitas turbulensi pada sirkuit, karena aliran harus dibuat laminar dan seragam. Pada penelitian ini didapatkan dimensi keseluruhan terowongan angin 2,15 x 0,4 x 0,4 m dengan dimensi ruang uji 0,2 x 0,2 x 0,4 m. Intensitas turbulensi terkecil yang didapat adalah 0,017 dengan kecepatan angin maksimal yang didapat 10,1 m/s dengan total daya yang hilang pada sirkuit sebesar 3,68 Watt. Terowongan angin pada rancangan ini adalah tipe subsonik sirkuit terbuka karena bilangan *Mach* yang diperoleh sebesar 0,029.

Kata kunci: *Efisiensi, Prototip, Aerodinamika, Terowongan Angin, Turbulensi, Laminar, Bilangan Mach.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi berkembang dengan cukup signifikan, khususnya pada bidang industri maupun transportasi. insinyur berlomba dalam menciptakan inovasi baru yang memiliki performa dan efisiensi paling baik. Maka dari itu pengujian saat mendesain sebuah objek harus dilakukan sebaik mungkin. Dalam pengujian suatu objek, enjinir biasanya memanfaatkan konsep aerodinamika.

Aerodinamika merupakan salah ilmu dinamika fluida yang mempelajari gaya yang bekerja pada suatu benda yang berada di dalam suatu aliran fluida. Pemecahan masalah mengenai aerodinamika pada umumnya melibatkan penghitungan berbagai macam sifat dari aliran yang terjadi, seperti kecepatan, tekanan, masa jenis ataupun temperatur [1]. Pada konsep dasar aerodinamika, terdapat laju aliran serta gaya-gaya yang terjadi pada suatu benda, faktor itulah yang berpengaruh terhadap performa dan efisiensi suatu objek. Konsep dasar aerodinamika telah digunakan dalam bidang teknologi khususnya pada pembuatan kendaraan atau pada konstruksi tiang jembatan. Dalam meninjau aerodinamika

pada sebuah rancangan, digunakan terowongan angin untuk mensimulasikan objeknya.

Terowongan angin adalah suatu alat yang digunakan dalam mengukur aerodinamika suatu objek. Pada terowongan angin, aerodinamika digunakan dalam simulasi objek untuk mendapatkan efisiensi dan stabilitas yang optimum. Namun selain digunakan dalam industri komersil, terowongan angin dan aerodinamika berperan besar dalam pengembangan dan penelitian pada bidang pendidikan, biasanya digunakan untuk meneliti laju fluida dan reaksi objek yang diuji pada terowongan angin [2].

Terowongan angin secara umum terbagi menjadi 2 jenis, yaitu jenis sirkuit terbuka dan sirkuit tertutup, yang memiliki keuntungan dan kerugiannya masing-masing. Objek yang diuji ditempatkan pada ruang pengujian dan dilihat bagaimana arah aliran angin yang terjadi terhadap objek tersebut. Dalam perancangan, parameter aliran berkaitan dengan bilangan Reynolds (Re) dan bilangan Mach selain kedua bilangan tersebut, ditinjau pula arah aliran fluida terhadap benda uji pada pengujian terowongan angin [3].

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang, membuat dan menguji terowongan angin sirkuit terbuka tipe subsonik pada replika mobil skala 1:24.

II. STUDI PUSTAKA

2.1 Terowongan Angin

Terowongan angin adalah alat yang digunakan dalam pengujian aerodinamika. Pengujian aerodinamika adalah pengujian untuk menganalisa efek dari angin yang bergerak melewati benda padat [3]

Sebuah terowongan angin memiliki bagian-bagian dengan fungsinya masing-masing. Terowongan angin secara umum dilengkapi kipas hisap, diffuser, nosel, ruang uji, layar dan honeycomb sebagai komponen utamanya. Komponen-komponen tersebutlah yang membuat terowongan angin dapat dioperasikan.

Prinsip kerja terowongan angin pada dasarnya adalah dengan menghisap udara ambien oleh kipas hisap kedalam terowongan angin sehingga udara memiliki kecepatan dan berubah menjadi angin. Kemudian angin akan dialirkan melalui layar dan honeycomb agar aliran angin yang masuk homogen dan tidak terjadi turbulensi. Angin yang dialirkan biasanya akan disemprotkan asap buatan untuk melihat laju aliran angin terhadap benda yang diuji. Dari proses tersebut dapat dianalisa laju aliran fluida pada objek yang diuji [4].

2.2 Komponen Terowongan Angin

Dalam rancangan terowongan angin sirkuit terbuka terdapat komponen-komponen yang memiliki fungsinya masing-masing. Berikut adalah komponen-komponen yang terdapat pada terowongan angin jenis ini sebagai berikut [1].

1. *Blower* (Kipas hisap)

Fungsi dari *kipas hisap* adalah untuk menarik udara ambien dari luar sistem kedalam terowongan angin. Terdapat 2 jenis kipas hisap yang biasa

- digunakan dalam terowongan angin, yaitu kipas sentrifugal dan kipas aksial. Namun pada kecepatan yang sama, kipas sentrifugal lebih mahal dibandingkan dengan kipas aksial [2].
2. Ruang penenang (*Settling chamber*)
Ruang penenang adalah komponen pada terowongan angin yang terletak pada mulut terowongan angin. Fungsi utamanya adalah sebagai penenang atau penyeragam udara yang masuk ke sirkuit. Pada ruang penenang terdapat *honeycomb* dan layar yang memiliki fungsinya masing-masing.
 3. Layar
Layar memiliki fungsi sebagai penyaring udara yang masuk ke sirkuit. Tujuan adanya layar adalah untuk memperkecil eddy-flow dan mempercepat terjadinya aliran seragam [8]. Menurut Prandtl, beberapa lapis layar dengan kualitas kawat jaring yang berbeda akan lebih efisien untuk meredam turbulensi [3].
 4. *Honeycomb*
Honeycomb adalah rangkaian berupa sel yang biasanya berbentuk hexagonal, lingkaran atau persegi. Fungsi dari *honeycomb* adalah untuk menghentikan kecepatan tangensial yang disebabkan oleh kipas aksial. *Honeycomb* juga berperan dalam meredam turbulensi [2].
 5. Nosel
Nosel berfungsi untuk mempercepat aliran setelah dikondisikan pada ruang penenang sebelum masuk ke ruang uji. Nosel juga berfungsi untuk membuat aliran fluida yang masuk ke ruang uji menjadi seragam. Karena itu, daya yang hilang akan terjadi di dalam nosel akibat gesekan pada udara pada dinding nosel [4].
 6. Ruang uji
Ruang uji berfungsi sebagai wadah atau ruangan untuk meninjau laju fluida terhadap benda yang diuji. Ruang uji berbentuk kubus dengan material *perspex* (*plexiglass*) agar dapat meninjau reaksi dari simulasi yang dilakukan. Letak ruang uji berada tepat ditengah terowongan angin, ukuran ruang uji adalah dasar untuk menentukan dimensi rancangan terowongan angin [1].
 7. *Diffuser*
Fungsi dari *diffuser* pada terowongan angin adalah untuk mengurangi kecepatan angin sehingga mengurangi tekanan dinamis dan meningkatkan tekanan statis [1]. Perancangan *diffuser* tergantung pada sudut yang dipilih, Pada perancangan *diffuser*, rasio diameter antara ruang uji dan lubang keluar angin harus kurang dari 2,5 kali besarannya dan memiliki sudut difusi (ϕ) $5 - 7^\circ$ untuk mengontrol pemisahan aliran saat keluar sirkuit [5].

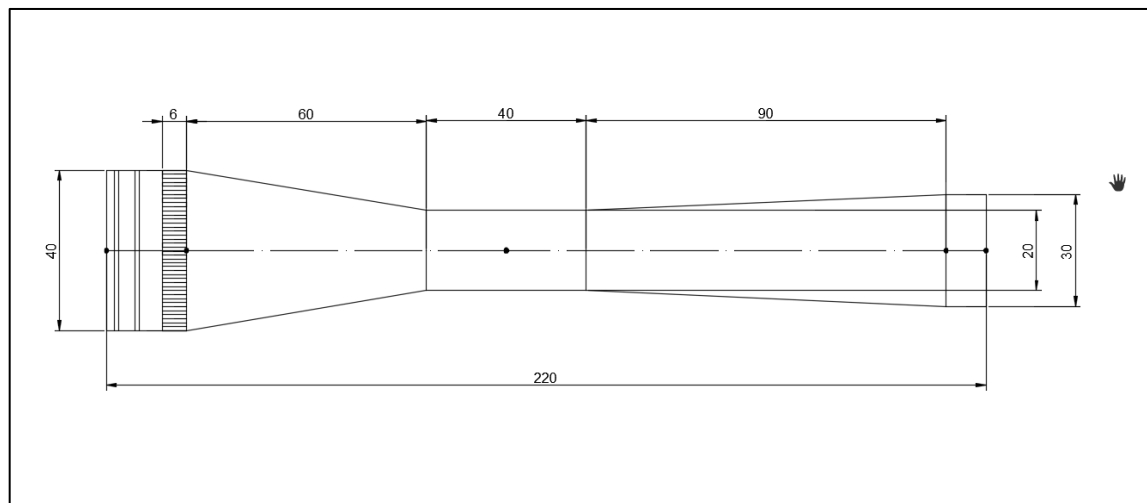
III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini yang pertama dilakukan adalah melakukan pencarian informasi melalui literatur, jurnal dan tautan dari internet yang berkaitan dengan terowongan angin. Kemudian perancangan alat, membuat sketsa *prototype* dan perhitungan. Selanjutnya pembuatan dan persiapan komponen yang diperlukan,

pengadaan alat, dan menentukan alat-alat apa saja yang akan digunakan untuk perakitan. Berikutnya melakukan pengujian tahap awal, jika sistem bekerja dapat dilanjutkan pengujian untuk pengambilan data. Dan terakhir mengambil kesimpulan dan membuat Laporan

3.1 Perancangan Alat Uji

Perancangan terowongan angin pada penelitian ini adalah berjenis subsonik, dengan kriteria nilai bilangan *Mach* dibawah 1. Dimensi yang didapat dari perancangan ini adalah 2,20 x 0,4 x 0,4 m dengan dimensi dari ruang uji adalah 0,4 x 0,2 x 0,2 m. Daya *blower* yang digunakan adalah 70 watt dengan kecepatan 1200 rpm.



Gambar 3.1 Sketsa Perancangan (satuan cm)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Kecepatan Angin Pada Ruang uji

Pada penelitian ini, pengujian kecepatan angin (Tabel 4.1) dilakukan pada 4 titik vital terowongan angin. Dari pengambilan data menggunakan anemometer didapatkan kecepatan angin sebagai berikut.

Tabel 4.1 Data Pengukuran Kecepatan Angin Pada Sirkuit

Bagian	v (m/s)
<i>Settling Chamber</i>	0
Nosel	4,2
Ruang Uji	10,1
<i>Diffuser</i>	6

4.2 Pengujian Intensitas Turbulensi Pada Ruang Uji

Untuk memastikan aliran yang melaju pada terowongan ruang uji bersifat seragam dan laminar, maka dilakukan perhitungan intensitas turbulensi yang dilakukan pada 9 titik koordinat pada ruang uji. Data yang didapatkan dari analisa terlampir pada (Tabel 4.2).

Tabel 4.7 Intensitas Turbulensi

Titik Pengukuran	Intensitas Turbulensi
P1	0,052
P2	0,035
P3	0,045
P4	0.017
P5	0,017
P6	0.018
P7	0,021
P8	0,021
P9	0,017

V. KESIMPULAN

Pembuatan terowongan angina sirkuit terbuka tipe subsonic dengan dimensi 2,20 x 0,4 x 0,4 m dengan bilangan *Mach* yang didapat adalah 0,029 pada kecepatan maksimal 10,1 m/s pada putaran *blower* 1200 rpm. Intensitas turbulensi terkecil yang didapatkan sebesar 0,017 dan daya yang hilang sepanjang sirkuit sebesar 3,68 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. T. Teseletso, M. Namoshe, N. Subaschandar, and S. Kutua, "Design of an Open-circuit Subsonic Wind Tunnel for Educational Purpose," *Botswana Inst. Eng. 14th Bienn. Conf.*, no. November 2015, 2015.
- [2] Q. Y. Nguyen, "Designing, Constructing, And Testing A Low-Speed Open-Jet Wind Tunnel," *J. Eng. Res. Appl. www.ijera.com*, vol. 4, no. 1, pp. 243–246, 2014.
- [3] S. Mauro, S. Brusca, R. Lanzafame, F. Famoso, A. Galvagno, and M. Messina, "Small-scale open-circuit wind tunnel: Design criteria, construction and calibration," *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 12, no. 23, pp. 13649–13662, 2017.
- [4] M. DR. Fariduzzaman, M.sc, "Metoda Analysis Daya Hilang Untuk Terowongan Angin," pp. 359–365, 2011.
- [5] M. Arifuzzaman, "Design Construction and Performance Test of a Low Cost Subsonic Wind Tunnel," *IOSR J. Eng.*, vol. 02, no. 10, pp. 83–92, 2012, doi: 10.9790/3021-021058392.