

# Pengembangan Terowongan Angin Kecepatan Rendah (*Low Speed Wind Tunnel*) Untuk Tujuan Edukatif di Politeknik Negeri Batam

**Nidia Yuniarsih , Wowo Rossbandrio**

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam  
Parkway Street, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia  
E-mail: wowo@polibatam.ac.id

## **Abstrak**

Terowongan angin kecepatan rendah dirancang, dibangun dan diuji di daerah Politeknik Batam untuk tujuan pendidikan. Peralatan ini dapat membantu dosen dalam proses belajar untuk menunjukkan prinsip dasar aerodinamis dan untuk memungkinkan siswa untuk melakukan pengukuran garis dan mengambil bagian dalam karya eksperimental, juga dapat mendukung teori dan membandingkannya dengan hasil simulasi. Pembangunan terowongan angin mulai dengan penentuan ukuran bagian uji dan aliran kecepatan udara. Dan akhirnya pembuatan terowongan angin kecepatan rendah dan analisa fungsional dilakukan pada model.

**Kata kunci: Terowongan Angin, Kecepatan Rendah, Aerodinamika**

## **Abstract**

Low speed wind tunnel designed, constructed and tested in the area of Batam Polytechnic for educational purpose. This equipment can help lecturer in learning process to demonstrate basic principle of aerodynamic and to allow student to perform on line measurement and take part in the serious experimental works, it also can support the theory and compare it with the simulation result. The construction of wind tunnel begin with the determination of the size of the test section and the flow of air velocity. And finally the manufacture of low speed wind tunnels and functional testing to be carried out on the model.

**Keywords : Wind Tunnel, Low Speed, Aerodynamic**

## **1. Pendahuluan**

Dalam suatu masyarakat yang sedang berkembang dan bergantung pada komputer dan selalu mendorong kearah teknologi teknologi baru, penggunaan terowongan angin untuk memecahkan masalah masalah aerodinamik mungkin dipandang sudah kuno. Akan tetapi, penggunaan terowongan terowong angin untuk memecahkan persoalan persoalan aerodinamik yang kompleks masih diperlukan saat sekarang. Dengan kecenderungan naiknya bahan bakar meminta kita untuk melakukan perbaikan perbaikan efisiensi energi baik untuk angkutan umum ataupun untuk transportasi pesawat terbang. Energi yang kita keluarkan untuk transportasi sebagiannya dipakai untuk mengatasi tahanan udara, semakin cepat kendaraan melaju tahanan yang menghambat gerak

laju kendaraan akan semakin besar. Lebih jelasnya apabila kendaraan kita bergerak dua kali kecepatan awalnya maka tahanan udara yang menahan gerak kendaraan kita menjadi empat kalinya. Bearti energi yang dibutuhkan meningkat pula. Dengan mengubah paradigma kita dan memahami karakteristik karakteristik aerodinamik, kita dapat mealakukan penghematan energi yang cukup besar. Merancang kendaraan yang memunyai bentuk aerodinamis atau streamline harus menjadi awal evolusi berfikir kita saat ini., terutama bagi para mahasiswa yang masih muda, dan akan menjadi penentu kehidupan bangsa di waktu yang akan datang.

Penelitian ini bertujuan menggali kembali teknologi teknologi yang ditemukan beberapa dekade yang lewat untuk memahami dan mempelajari karakteristik aliran udara, Yaitu dengan membangun terowongan angin

untuk menguji model model fisik yang diperlukan dalam pengembangan produk-produk baru dan untuk membantu memberikan pemahaman yang komprehensif tentang aerodinamis.

Sebagai proyek awal, penelitian ini dimulai dengan membangun terowongan angin kecepatan rendah dengan material-material yang tersedia di pasar lokal yaitu sebagian kita menggunakan bahan kayu. Dengan dengan alat tersebut, dapat dilakukan penelitian dan percobaan untuk mengetahui berbagai fenomena fisik.

## 2. Perancangan Terowongan Angin.

Terowongan angin yang dirancang adalah terowongan dengan jenis sirkuit terbuka (*Open Return Wind Tunnel*), maka komponen-komponen utama dari terowongan jenis ini terdiri dari 5 komponen utama: *Settling chamber*, Kerucut kontraksi, Bagian uji, *Diffuser* dan mekanisme penggerak (sistem pembangkit aliran udara yaitu *blower*) [1].

Sistem pengukuran gaya angkat dan gaya tahanan akan menggunakan neraca timbangan, kemudian alat untuk menggunakan tekanan udara akan menggunakan manometer.

### *Settling chamber*

*Settling Chamber* berada di bagian paling depan terowongan angin, dan terdiri dari saringan dan jala berbentuk sarang lebah (*honey comb*). Perancangan dari *settling chamber* bertujuan untuk meluruskan dan mendapatkan aliran udara dengan tingkat turbulensi rendah, maka untuk tujuan tersebut udara luar yang masuk ke dalam terowongan dilewatkan pada sistem *honey comb*.

### *Kerucut kontraksi*

Kerucut kontraksi adalah bagian yang sangat penting dari perancangan terowongan angin karena mempunyai dampak yang tinggi terhadap kualitas aliran udara pada bagian uji. Karena fungsinya mempercepat aliran udara dari *settling chamber* ke bagian uji maka bagian ini disebut juga nosel. Nosel ini membantu dalam pengurangan turbulensi aliran udara dan ketidakseragaman ketika masuk pada bagian uji. Percepatan aliran udara dan pengurangan

ketidakseragaman aliran udara sangat bergantung dari perbandingan luas penampang inlet dan outlet dari nosel yang kita sebut **rasio kontraksi**. Perancangan dari kerucut kontraksi bertujuan untuk tekanan udara yang diperlukan pada saat masuk bagian uji tanpa banyak mengalami turbulensi. Berbagai model telah dikembangkan peneliti lainnya, untuk tujuan kemudahan pembuatan maka peneliti mengembangkan bagian ini dengan model model geometrik yang sederhana. Perbandingan rasio kontraksi bisa mulai dari 9:1.

Karakteristik kedua dari kerucut kontraksi adalah bentuk. Untuk ini pendekatan 1-D (One dimensional) untuk analisa aliran untuk menentukan gradien tekanan.

Poin penting yang perlu dipertimbangkan adalah distribusi tekanan pada dinding kerucut kontraksi, yang seolah-olah mempunyai wilayah dengan gradien tekanan *adverse* yang akan menghasilkan pemisahan lapisan batas setempat yang dapat meningkatkan tingkat turbulensi, yang berakibat pada kualitas aliran yang buruk pada bagian uji.

Untuk kerucut kontraksi kita mengambil perbandingan kontraksi  $N = 2,7$

Bagian ini kami masih menggunakan bahan yang sederhana masih dari kayu lapis /plywood.

### *Bagian Uji (Section Cone)*

Bagian uji adalah ruang dimana model uji ditempatkan, dan bagian uji ini akan mendikte persyaratan persyaratan dari komponen terowongan lainnya. Persyaratan utama yang diberikan pada bagian uji adalah ukuran dari ruang uji dalam hal terowongan yang kami bangun ukuran bagian uji adalah 30x30x40cm. Kecepatan aliran udara bagian uji yang dirancang untuk terowong ini adalah 15m/detik. Diameter hidraulik didefinisikan :

$$D_h = 2 \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

A : luas penampang  $0,3 \times 0,3 \text{ m}^2 = 0,09 \text{ m}^2$

$$D_h = 2 \sqrt{\frac{0,09}{\pi}} = 0,3$$

Panjang bagian uji harus berada **diantara 0,5 sampai 3 kali** diameter hidraulik.

Material untuk bagian uji menggunakan material yang transparan agar dapat mengamati perilaku model uji di dalam bagian uji, untuk itu kami menggunakan material plastik arycyclic atau coroplast.

Debit volumemetric aliran udara dalam bagian uji dapat dihitung berdasarkan persamaan debit=  $A \times V = 0,09 \text{ m}^2 \times 15 \text{ m/detik} = 0,135 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

Dengan diketahui debit volume metrik aliran udara pada bagian uji maka kita dapat menentukan kapasitas blower yanr diperlukan untuk menyedot udara.

### Diffuser

Diffuser memegang peran dalam pengendalian aliran udara di dalam bagian uji dengan penghindaran pelepasan aliran/*flow detachment* seperti dalam kasus pelepasan aliran pulse tekanan diteruskan ke depan ke bagan uji yang mengakibatkan ketidaksergaman pada tekanan dan kecepatan. Diffuser menghubungkan bagian uji dengan *blower*, panjang dari difuser ditentukan oleh oleh diameter *inlet* dari *blower* dan sudut kemiringan antara bagian *inlet* dan *outlet* dari *diffuser*. Untuk mengurangi kehilangan tekanan maka sudut kemiringannya dibatasi pada  $2\theta_e = 7$ derajat, dan untuk difuser kita maka kita  $\theta_e$  diambil  $3,5^\circ$ .

### Analisa Model Terowongan Angin kecepatan rendah

Untuk menentukan dimensi keseluruhan dari terowongan angin ini , kita hitung panjang dari masing masing komponennya:

Bagian uji: L bagian uji: 0,4 m

Panjang Kerucut kontraksi: L kerucut kontraksi :

$$(\sqrt{N} - 1) \times W / 2 \tan(\Theta/2) =$$

$$(\sqrt{2,7} - 1) \times 30 / 2 \tan(12^\circ) = 0.45 \text{ m}$$

$$\text{Pajang Difuser : } L_{dif} = 0.05 / \tan(\Theta/2) = 0.05 / \tan(3,5^\circ) = 0.80 \text{ m}$$

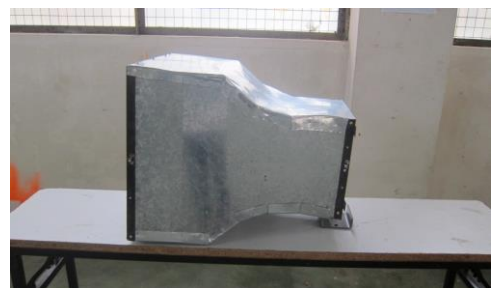
$$\text{Panjang } Settling \text{ chamber} = \sqrt{2,7} \times 0,3 \times 0,5 = 0,25 \text{ m}$$

$$\text{Panjang total dari terowongan angin ini adalah: } 0,4 + 0,45 + 0,8 + 0,25 = 1,9 \text{ m}$$

Kecepatan di bagian uji dapat diubah dengan meningkatkan, atau menurunkan celah udara (*air gap*) antara bagian diffuser dan bagian *intake* terowongan angin (Gbr. 5). Ketika *air gap* benar-benar tertutup, kecepatan di bagian uji berada pada nilai maksimum, saat calah *air gap* semakin besar, maka kecepatan di bagian uji berada pada nilai minimum [1].

### 3. Desain dan Kontruksi

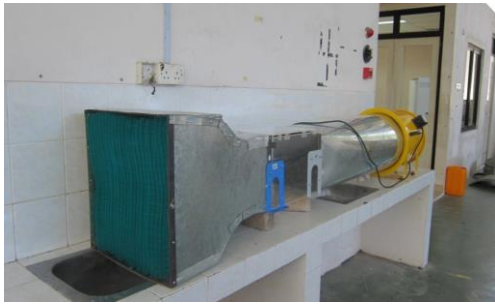
Berikut ini adalah desain *Wind Tunnel* yang telah dibuat:



Gambar 1. Settling Chamber



Gambar 2. Seksi Uji



**Gambar 3. Kerucut Kontraksi**



**Gambar 4. Diffuser**



**Gambar 5. Neraca (Sistem Mekanik)**



**Gambar 6. Blower**

#### 4. Nilai Edukasi

Adapun aktivitas yang dilakukan dengan memiliki terowongan angin ini diantaranya adalah:

- a. Mengukur kecepatan udara;
- b. Membenarkan adanya lapisan batas (boundary layer) pada plat rata;
- c. Menentukan karakteristik lapisan batas pada plat rata;
- d. Mencari bukti dari turbulensi dari aliran lapisan batas;
- e. Mengukur distribusi tekanan pada sebuah selinder bulat pada aliran samping;
- f. Menentukan *viscous wake* di belakang sebuah selinder pada aliran samping;
- g. Menentukan gaya angkat (*lift*) dan tahanan (*drag*) sekitar *airfoil*;
- h. Pengurangan tahanan dengan memperkenalkan turbulensi pada lapisan batas;
- i. menentukan *Richardson's Annular Effect* dalam aliran yang melewati sebuah *duct*.

Berbeda dengan komputer yang hanya menyajikan data kuantitatif, terowongan angin memberikan visualisasi aliran yang unik yang dapat menemukan persoalan-persoalan yang kritis yang pemecahannya tidak terlihat hanya dengan angka angka.

#### 5. Kesimpulan

Dari *Low Speed Wind Tunnel* yang telah dibuat, maka dapat disimpulkan bahwa :

- a. Pengembangan *wind tunnel* ini akan dilanjutkan beserta evaluasi hasil eksperimen.
- b. Kecepatan udara pada uji seksi 16m/detik.
- c. Jika ukuran penampang uji seksi dibuat menjadi 20x20 cm kecepatan udara bisa mencapai 30m/s.
- d. Settling chamber tidak menggunakan *honey comb*, sehingga kualitas aliran udara masih kurang dari yang ditargetkan.
- e. Penggunaan neraca dengan load cell jauh lebih baik dibandingkan penggunaan neraca sistem mekanik.

### **Daftar Pustaka**

- [1] Njock Libii, J. 2006. *Wind Tunnel in Engineering Education*. Indiana University- Purdue University Fort Wayne, USA.
- [2] Njock Libii, J. 2010. *Using wind tunnel tests to study pressure distributions around a bluff body: the case of a circular cylinder*. World Transactions on Engineering and Technology Education (WTE & TE), Vol. 8, No. 3, pp.( 361-367), ISSN 1446-2257.
- [3] Pritchard, P. (2011). *Fox and McDonald's Introduction to Fluid Mechanics(Eighth edition )*. John Wiley & Sons, ISBN-13 9780470547557, ISBN-10 0470547553, New York, NY.