

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam bidang teknologi terowongan angin atau yang biasa disebut *wind tunnel* digunakan sebagai alat utama dalam berbagai aplikasi teknik seperti aerodinamika bangunan dan uji aerodinamika kendaraan (Kulkarni et al., 2011). *Wind tunnel* ini merupakan alat yang sangat penting untuk memahami dan menganalisis karakteristik aliran fluida dengan fungsi untuk meningkatkan efisiensi dan performa desain di dunia nyata. *Wind tunnel* merupakan alat yang memungkinkan pengujian karakteristik aliran fluida terhadap suatu model dengan asumsi bahwa model tetap diam sementara udara bergerak dengan kecepatan tertentu (Nasbey & Budi, 2021). Salah satu syarat utama dalam pengujian menggunakan *wind tunnel* adalah tingkat turbulensi yang rendah di ruang uji agar hasilnya lebih akurat.

Wind tunnel terdiri dari beberapa tipe, salah satunya adalah *open-circuit tunnel* atau *wind tunnel* tipe terbuka, yang memiliki jalur udara yang tidak tertutup sepenuhnya, sehingga memungkinkan untuk pengujian secara langsung dan efisien. Keunggulan dari tipe ini adalah biaya pembuatannya lebih rendah dibandingkan dengan tipe tertutup serta membutuhkan ruang yang lebih kecil (Nasbey & Budi, 2021). Oleh karena itu, banyak penelitian mengembangkan *wind tunnel* skala kecil dengan tipe terbuka untuk berbagai kebutuhan eksperimen aerodinamika, termasuk desain kendaraan dan struktur bangunan.

Kemunculan turbulensi dalam aliran adalah fenomena yang perlu diperhatikan dengan serius dalam sistem *wind tunnel*. Dalam sistem *wind tunnel*, turbulensi merupakan fenomena di mana partikel fluida bergerak tidak beraturan sehingga sulit diprediksi arahnya. Tingkat turbulensi pada suatu sistem *wind tunnel* ini dapat diketahui dari besar kecilnya bilangan reynold yang dihasilkan. Semakin tinggi bilangan reynold yang dihasilkan, maka semakin besar pula turbulensi yang dihasilkan, dan tingkat turbulensi yang tinggi juga akan menghasilkan fluktuasi kecepatan yang tinggi. Untuk mengendalikan turbulensi dan mendapatkan aliran yang lebih stabil, beberapa penelitian telah menerapkan penggunaan *passive grid*.

Passive grid berfungsi untuk meredam fluktuasi kecepatan sehingga menghasilkan aliran yang lebih seragam atau mendekati laminar. Metode yang digunakan untuk mengurangi turbulensi adalah penggunaan *honeycomb* atau sarang lebah dengan berbagai bentuk seperti heksagonal, persegi, dan lingkaran (Göv, 2021). Beberapa penelitian terdahulu telah mencoba memvariasikan bentuk dan panjang *passive grid* untuk

mengoptimalkan kinerja *wind tunnel* skala kecil, tetapi masih terdapat kekosongan dalam penelitian mengenai bagaimana ukuran sisi dan panjang *passive grid* mempengaruhi penurunan tekanan (*pressure loss*) serta karakteristik aliran udara yang diketahui melalui nilai bilangan reynold.

Seiring dengan meningkatnya pemahaman tentang pentingnya *passive grid* dalam mengendalikan turbulensi, ada hal lain yang harus diperhatikan, yaitu dampak dari penggunaan *passive grid* terhadap tekanan dalam sistem *wind tunnel*. Dalam analisis aliran fluida, tekanan merupakan hal penting yang tidak hanya mempengaruhi performa aliran, namun juga dapat memengaruhi kinerja dari sistem *wind tunnel*. Ketika aliran melewati *passive grid*, terdapat kemungkinan terjadinya *pressure loss*. Fenomena ini terjadi karena adanya perubahan arah dan kecepatan fluida saat melewati struktur grid.

Pressure loss yang dihasilkan dari *passive grid* adalah akibat dari gaya gesekan yang meningkat dan transisi aliran yang tidak ideal. Ketika fluida bergerak melalui celah-celah antar struktur grid, energi kinetik dari aliran berkurang akibat konversi menjadi energi gesekan, yang pada gilirannya meningkatkan kehilangan tekanan dalam sistem. Hal ini sangat relevan untuk pengujian dalam *wind tunnel*, di mana *pressure loss* yang berlebihan dapat mengganggu akurasi pengukuran dan mengubah karakteristik aliran yang diinginkan. Oleh karena itu, pemilihan ukuran sisi dan panjang *passive grid* harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak hanya mengurangi turbulensi, tetapi juga meminimalkan *pressure loss*. Penelitian yang dilakukan oleh (Taftazani et al., 2025) mengemukakan bahwa variasi geometri inlet dapat mempengaruhi tekanan dan distribusi aliran fluida di dalam pipa yang digunakan dalam simulasi fluida.

Pasalnya, walaupun *passive grid* dapat berfungsi untuk meredakan fluktuasi dalam aliran, efek samping dari variasi grid yang tidak optimal dapat menghasilkan *pressure loss* yang lebih besar dan mempengaruhi kestabilan serta keakuratan hasil pengujian. Penelitian yang dilakukan oleh (Masela et al., 2023) menuturkan bahwa Permukaan pipa yang dilalui fluida akan mengalami gesekan yang dimana gesekan ini akan membentuk nilai (faktor friksi). Oleh karena itu, menjadi penting untuk melakukan penelitian mendalam yang tidak hanya mengeksplorasi variasi bentuk *passive grid* tetapi juga mengevaluasi bagaimana ukuran sisi dan panjangnya dapat berpengaruh pada kedua aspek; yaitu pengendalian turbulensi dan tekanan aliran.

Berdasarkan pemaparan di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengisi celah penelitian sebelumnya dengan mengkaji pengaruh ukuran sisi dan panjang *passive grid* terhadap *pressure loss* serta karakteristik aliran fluida dalam *wind tunnel* tipe terbuka. Dengan

menggunakan metode eksperimental yang terstruktur, penelitian ini akan mengeksplorasi berbagai variasi *passive grid* untuk mengidentifikasi parameter-parameter kunci yang dapat meningkatkan kestabilan aliran. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru mengenai pengaruh ukuran sisi dan panjang *passive grid* untuk mencapai kondisi aliran yang lebih stabil dan sesuai dengan kebutuhan eksperimen aerodinamika. Penelitian ini penting dilakukan mengingat semakin meningkatnya kebutuhan untuk efisiensi dan efektivitas dalam aplikasi teknik modern.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah ini akan menjelaskan permasalahan yang nantinya akan diteliti dalam penelitian ini, rumusan masalah yang telah diidentifikasi dalam penelitian ini berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan adalah sebagai berikut.

- 1) Bagaimana pengaruh ukuran sisi dan panjang *passive grid* terhadap *pressure loss*?
- 2) Bagaimana pengaruh ukuran sisi dan panjang *passive grid* terhadap karakteristik aliran?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang nantinya akan diperoleh dari penelitian ini jika mengacu pada latar belakang ialah sebagai berikut:

- 1) Mengetahui pengaruh ukuran sisi dan panjang *passive grid* terhadap *pressure loss*
- 2) Mengetahui pengaruh ukuran sisi dan panjang *passive grid* terhadap karakteristik aliran fluida

1.4 Batasan masalah

Batasan masalah yang diterapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

- 1) Penelitian dilakukan di lab *Miniplan* Universitas Trunojoyo Madura
- 2) Kondisi temperatur udara sekitar diabaikan

1.5 Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan ini menjabarkan sistematika penulisan yang terdiri dari beberapa bab, sebagai berikut.

1) BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama pada penelitian ini akan membahas mengenai latar belakang penelitian ini dilakukan, dilanjutkan pada sub kedua menjelaskan tentang rumusan masalah penelitian ini, pada sub ketiga berisi tentang tujuan penelitian ini dilakukan, pada sub keempat berisi batasan masalah yang berisi tentang ruang lingkup masalah atau problem yang akan diteliti supaya pembahasan lebih terfokus.

2) BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab kedua ialah tinjauan pustaka, pada tinjauan pustaka ini akan membahas tentang landasan teori atau bisa disebut juga dasar teori yang didalamnya berisikan sesuatu hal yang dapat menunjang penelitian ini dilakukan yang berkaitan dengan topik penelitian ini, yaitu mengenai aerodinamika, *wind tunnel* beserta jenis-jenisnya, pengertian dan jenis *passive grid*, dan penelitian terdahulu yang masih berkaitan pada *wind tunnel* dan *passive grid*. Dasar teori dapat diambil dari beberapa sumber yaitu; buku, jurnal, dan artikel ilmiah yang masih berhubungan dengan *wind tunnel*.

3) BAB III METODE PENELITIAN

Bab ketiga yakni metode penelitian menjelaskan tentang alur proses atau rancangan untuk melakukan penelitian pada pengujian *wind tunnel* dengan *passive grid*. Tahapan atau rancangan penelitian harus mengikuti standar yang telah ditetapkan serta sesuai dengan rumusan masalah yang telah ditentukan.

4) BAB IV METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan hasil dan pembahasan data yang diperoleh selama penelitian, termasuk pengolahan data yang telah dilakukan. Beberapa hal yang dibahas antara lain: Hasil pengujian karakteristik aliran yang berbentuk nilai *reynold number* dan nilai pressure

5) BAB V METODE PENELITIAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang merangkum tujuan penelitian yang telah dilakukan, serta memberikan rekomendasi yang dapat digunakan untuk pengembangan penelitian di masa yang akan datang