

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penelitian terdahulu di Program Studi Teknik Mesin Universitas Trunodjoyo telah berhasil membangun *setup wind tunnel* sejak tahun 2023 (Yusuf efendi, 2023). Namun, hingga penelitian terkini tahun 2025, *wind tunnel* ini belum memiliki sistem *instrumentation* yang mampu merekam variabel-variabel penting seperti *airspeed*, *barometric pressure*, *air temperature* dan *moisture* udara dalam percobaan di *wind tunnel*. Tahun (2025) Fathur Kurniawan melakukan penelitian dengan diketahui menggunakan alat ukur anemometer UT363 untuk mengukur kecepatan udara dalam *wind tunnel*. Berdasarkan spesifikasinya, penampang anemometer UT363 adalah 160 mm x 50 mm, sementara itu *wind tunnel* di Lab Program Studi Teknik Mesin Universitas Trunodjoyo memiliki penampang 350mm x 350mm seperti yang ditunjukkan lampiran 1.

Dimensi tersebut menunjukkan bahwa rasio luas penampang alat ukur terhadap rasio luas penampang *wind tunnel* sebesar 6,5%, rasio lebar alat ukur terhadap lebar ruang *wind tunnel* sebesar $50\text{mm}/350\text{mm} = 14,3\%$, dan rasio tinggi alat ukur terhadap tinggi ruang *wind tunnel* sebesar $160\text{mm}/350\text{mm} = 45,7\%$. Perbandingan ukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa penempatan alat ukur TU363 dengan ukuran penampang 160mm x 50mm sangat memakan *space* dan mengganggu aliran udara dalam ruang *wind tunnel* berukuran 350mm x 350mm.

Rasio tersebut dalam analisis keteknikan terutama analisis aliran fluida sangat mengganggu atau disebut efek *blockage*. Menurut Kucera et al (2022) dimana dalam penelitiannya melakukan kalibrasi didalam terowongan angin, hasil pembacaan kecepatannya dapat dipengaruhi oleh aliran udara di dekat dinding terowongan. Pengaruh ini disebabkan adanya efek hambatan (*Blockage effect*). Ukuran *standard ratio blockage* sebesar 5 % dari perbandingan luas penampang. Semakin besar ukuran anemometer dibandingkan luas penampang terowongan, maka semakin besar pula efek *Blockage*, sehingga semakin besar kesalahan dalam pengukuran.

Gangguan aliran udara oleh penempatan alat ukur sedemikian berisiko pada ketepatan pengukuran kecepatan Udara di dalam *wind tunnel*. Pengaruh pada pengukuran tersebut menyebabkan ketidak pastian dalam pengukuran. Sebagai solusi untuk permasalahan tersebut, penelitian dalam skripsi ini bertujuan merancang, membangun, mengkalibrasi, dan menguji alat ukur kecepatan udara dengan variabel-variabel penting seperti *barometric pressure*, *air temperature* dan kelembapan udara yang diperlukan dalam percobaan-percobaan di *wind tunnel*

dan sistem HVAC. Untuk memenuhi kriteria kinerja "gangguan minimal terhadap aliran Udara". Target spesifikasi penampang alat ukur maksimal 10 mm x 70 mm, yaitu rasio luas penampang maksimal 1% dari luas penampang *wind tunnel*.

Penelitian skripsi ini penting dan mendesak untuk dilaksanakan mencegah risiko kesalahan pengukuran akibat penggunaan alat ukur yang kurang sesuai dengan kondisi kerja *wind tunnel* Lab Program Studi Teknik Mesin Universitas Trunodjoyo. Selain itu, alat ukur yang dibangun dalam skripsi ini juga disiapkan untuk pengembangan *setup* peralatan praktikum HVAC, praktikum mesin pendingin, praktikum *heat exchanger*.

Masalah yang sering dialami oleh pengguna alat ukur yaitu kualitas pengukuran. Kualitas alat ukur yang menjadi prinsip utama pengukuran yang meliputi kepraktisan, kemampuan pengukuran, hasil pengukuran serta handal dan tahan lama alat ukur (Razumic et.al, 2025). Kualitas dalam penggunaan alat ukur sangat diperlukan, karena menyangkut kemudahan dalam pengukuran. Hal ini menjadi tantangan dalam penelitian ini untuk membuat alat ukur dengan kualitas tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Sebagai penelitian pengembangan alat yang sudah ada, diperlukan penentuan masalah yang telah dikaji pada subab sebelumnya. Penelitian ini merumuskan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancangan alat ukur kecepatan udara dengan memenuhi kriteria kinerja gangguan minimal terhadap aliran udara dan mampu mengukur dengan benar?
2. Bagaimana model estimasi kecepatan udara menggunakan sensor?
3. Bagaimana kriteria pemilihan sensor yang tepat untuk estimasi kecepatan udara?
4. Bagaimana membangun alat ukur kecepatan udara menggunakan sensor dan model estimasi?
5. Bagaimana kinerja alat ukur kecepatan udara yang dibangun dalam penelitian ini?

1.3 Tujuan Penelitian

Sebagai penelitian pengembangan alat yang sudah ada, Adapun tujuan yang digunakan dalam menyelesaikan masalah yang telah dikaji pada rumusan masalah sebelumnya, maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Merancang model estimasi kecepatan udara menggunakan sensor
2. Merancang alat ukur kecepatan udara dengan memenuhi kriteria kinerja gangguan minimal terhadap aliran udara dan mampu mengukur dengan baik dan benar
3. Menyusun kriteria dan memilih sensor yang tepat untuk estimasi kecepatan udara
4. Membangun alat ukur kecepatan udara menggunakan sensor dan model estimasi
5. Mengukur kinerja alat ukur kecepatan udara yang dibangun dalam penelitian ini

1.4 Asumsi dan Batasan Masalah

Batasan masalah merupakan hal yang penting dalam melakukan penelitian, dikarenakan agar pembahasan pada penelitian ini tidak melebar dari topik yang dibahas oleh penyusun. Berikut ini batasan dari penelitian yang ada di penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada desain dan perancangan instrumensasi sehingga tidak membahas analisis material yang digunakan dalam pembuatan instrumensasi.
2. Asumsi Tekanan lingkungan berada di tekanan 1 atm.
3. Penelitian ini tidak membahas sistem kelistrikan atau rangkaian elektroniknya.
4. Penelitian ini tidak membahas pengaruh perbedaan posisi alat ukur didalam *wind tunnel*, sehingga aliran udara didalam *wind tunnel* seragam.
5. Penelitian ini tidak membahas karakteristik fluida (turbulen atau laminar).
6. Udara sebagai gas ideal
7. Fluida Inkompresibel atau Massa jenis fluida dianggap konstan.
8. Fluida Non Viskos (*Inviscid*) atau Tidak ada gesekan internal dalam fluida.
9. Aliran Tunak (*Steady Flow*) atau Kecepatan, tekanan, dan ketinggian fluida di setiap titik tidak berubah terhadap waktu.
10. Tidak ada penambahan panas atau sistem dianggap terisolasi secara *thermal*.
11. Tidak membahas kerja eksternal, seperti pompa atau turbin yang bekerja dalam aliran

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini melakukan rancang bangun dengan target ukuran alat ukur sekecil mungkin. Selain itu alat instrumentasi pada *wind tunnel* yang akan dibangun terintegrasi dengan pengukuran variabel penting seperti *airspeed*, *barometric pressure*, *air temperature* and *moisture* sehingga dapat memberikan manfaat untuk:

1. Memberikan kemudahan pada peneliti atau studi pengguna alat ukur *wind tunnel* mendapatkan data variabel penting.
2. Memberikan model fisik ukuran *instrument* yang memberikan tingkat *effect blockage* seminimal mungkin.
3. Memberikan kemudahan pengguna alat ukur untuk membaca dan merekam data hasil pengukuran.
4. Memberikan alat instrumentasi yang mendukung praktikum *system HVAC*.

1.6 Sistematika Penulisan Proposal.

Skripsi Rancang Bangun *Pitot Tube* untuk Instrumentasi *Wind Tunnel* & HVAC menggunakan sistematika kepenulisan berikut:

1. Bab pertama menjelaskan latar belakang pentingnya penelitian ini dilakukan, menentukan masalah yang dirumuskan dari latar belakang yang ada, menentukan tujuan penelitian ini dilakukan dan juga apa manfaat yang dapat diberikan pada penelitian ini.
2. Bab dua menjelaskan dasar teori yang berkaitan dengan penelitian ini dan sistem rancang bangun yang dilakukan dan menentukan kebutuhan alat ukur yang akan dibangun. Selain itu juga membangun model estimasi berdasarkan teori dasar yang digunakan
3. Bab tiga menjelaskan tentang metode pembuatan alat ukur yang melibatkan penetapan dan pengendalian parameter proses. Bab ini juga membahas metode pengujian alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini.
4. Bab empat membahas parameter penelitian dalam skripsi ini sesuai dengan QFD fase 4. Selain itu beberapa hasil rencana penelitian seperti *set up* alat dan Hasil dari percobaan pengukuran yang dilakukan dibahas di bab empat.
5. Bab lima membahas kesimpulan dan temuan serta implikasi yang ada pada penelitian ini.