

RANCANG BANGUN TEROWONGAN ANGIN (*WIND TUNNEL*) TIPE *SUBSONIC* DENGAN *TEST SECTION* 0,2 X 0,2 M UNTUK ALAT PERAGA MEKANIKA FLUIDA

Imam Maulana Idris

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Indonesia
e-mail : imam-maulana-idris@student.umaha.ac.id

ABSTRAK

Wind tunnel merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengetahui suatu kondisi udara yang mengenai benda padat. *wind tunnel* sering digunakan dalam berbagai bidang seperti aerodinamika, teknik, dan fisika, melalui bidang-bidang tersebut terowongan angin memegang peranan penting. Karena di laboratorium teknik mesin belum mempunyai *wind tunnel*, padahal peranannya sangat dibutuhkan untuk penelitian mahasiswa. Tujuan yang ingin di capai dalam rancang bangun ini adalah sebagai alat penunjang praktikum di laboratorium Universitas Ma'arif Hasyim Latief dalam bidang ilmu aerodinamika ataupun dalam perkembangan dunia otomotif dengan menyesuaikan dengan *wind tunnel* yang sudah pernah dibuat dan memenuhi standart. Rancang bangun ini menghasilkan *wind tunnel* tipe *subsonic* dengan *test section* 0,2 X 0,2m yang mempunyai ukuran keseluruhan 2,42m X 0,61m X 1,11m, dengan panjang *Test Section* 0,452m, *Diffuser* 0,909m, *Contraction* 0,508m, *Hanycome* 0,096m, dan *wind tunnel* yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik.

Kata kunci: Aerodinamika, Rancang Bangun, *Subsonic*, Terowongan angin, *Test Section*, *Wind Tunnel*.

PENDAHULUAN

Terowongan angin atau *wind tunnel* sering digunakan dalam berbagai bidang seperti aerodinamika, teknik, dan fisika, melalui bidang-bidang tersebut terowongan angin memegang peranan penting dalam kehidupan manusia contohnya desain pesawat terbang dan bodi mobil dengan adanya terowongan angin ini yang fungsinya untuk mensimulasi sebuah kondisi udara terhadap suatu model.

Dengan begitu peranan terowongan angin sangatlah penting di laboratorium teknik mesin, dengan berdirinya laboratorium teknik mesin di Universitas Ma'arif Hasyim Latief (UMAHA) Sidoarjo yang setahap demi setahap melengkapi peralatan penunjang untuk praktikum mahasiswa, Karena di laboratorium teknik mesin belum ada *wind tunnel*, padahal peranannya sangat di butuhkan untuk penelitian mahasiswa oleh karena itu dalam tugas akhir ini penulis membuat sebuah alat yaitu *wind tunnel*. dengan maksud untuk mendukung penelitian di bidang aerodinamika dan melengkapi peralatan penunjang untuk praktikum di laboratorium UMAHA.

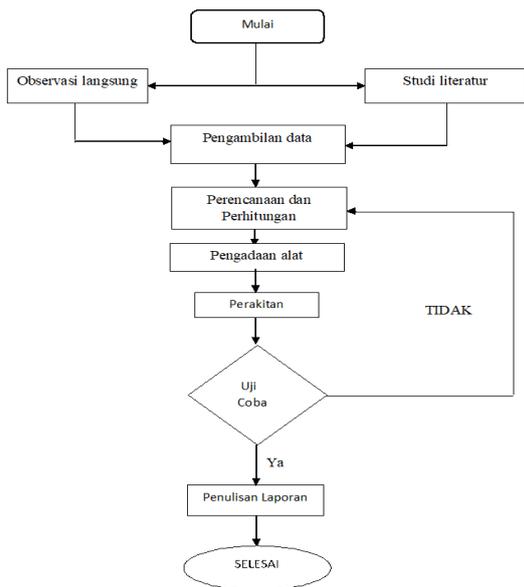
Maka dari itu pengetahuan dan pemahaman mengenai pengaplikasiannya alat tersebut sangat diperlukan oleh mahasiswa teknik, khususnya mahasiswa jurusan teknik mesin. Alat ini dapat digunakan untuk mempermudah pemahaman para mahasiswa mengenai hal-hal di atas tersebut. Di mana diharapkan alat ini dapat lebih bermanfaat untuk

mahasiswa teknik yang akan melakukan penelitian aerodinamik untuk mempelajari efek udara yang bergerak melewati benda padat

METODE PENELITIAN

Perancangan Merupakan proses awal kegiatan dari usaha mewujudkan suatu produk yang dibutuhkan laboratorium dan kelas proyek untuk mempermudah mempelajari mata kuliah mekanika fluida atau lebih tepatnya alat peraga mekanika fluida. Setelah perancangan selesai suatu produk telah selesai diteruskan kegiatan selanjutnya adalah pembuatan produk.

Perancangan itu sendiri terdiri dari serangkaian kegiatan yang berurutan yaitu identifikasi suatu masalah dari kebutuhan laboratorium teknik mesin dan kelas proyek hingga penyelesaiannya



Gambar 1 Diagram alir penelitian

Bahan dan Alat

Bahan :

- a. Plat aluminium
- b. Motor
- c. Fan
- d. Besi siku
- e. Mur dan baut
- f. Screen
- g. Hanycome

Alat-alat :

- a. Gerinda
- b. Bor
- c. Las TIG
- d. Roll meter

Tempat dan Waktu

Pembuatan alat ini dilakukan selama 2 bulan di laboratorium UMAHA yang dimulai dari perancangan, pembuatan, hingga tahap uji coba alat.

PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

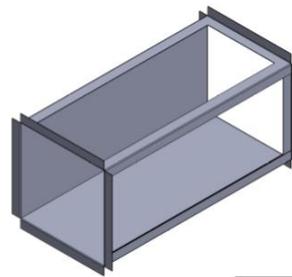
Pembuatan terowongan angin yang terdiri dari beberapa bagian yaitu *settling chamber* atau bisa disebut juga ruang penenang yang berfungsi untuk mengurangi turbolensi aliran di dalam terowongan didalam bagian ini deletakkan *hanycome* dan *screen*, *Diffuser* adalah salah satu ruang pada *wind tunnel* yang memiliki luas penampang yang perlahan-lahan melebar. *Diffuser* berfungsi sebagai komponen yang menyebabkan kenaikan tekanan pada udara. Ketika udara melalui *diffuser* maka tekanannya akan naik, tetapi kecepatannya menurun, sesuai dengan Prinsip Bernoulli menyatakan bahwa pada suatu aliran fluida,

Peningkatan kecepatan pada fluida kan menimbulkan penurunan tekanan pada aliran tersebut, atau sebaliknya. *Contraction* adalah ruang yang memiliki luas perlahan lahan mengecil bagian ini memiliki fungsi yang berlawanan dari *diffuser*, *Test section* adalah bagian terowongan angin untuk meletakkan model atau benda yang akan di uji. Terowongan angin ini mempunyai ukuran keseluruhan 2,42m X 1,11m X 0,61m. berikut penjelasan lebih lanjut.

Perhitungan panjang test section

Panjang test section dapat dicari dengan rumus

$$L_s = 2 \cdot D_h$$



Gambar 2 test section

Dimana D_h = diameter hidraulik

$$D_h = \sqrt[2]{\frac{A}{\pi}} \tag{1}$$

Diameter hidraulik dapat dicari dengan rumus

$$A = \pi \frac{D_h^2}{4} \tag{2}$$

Dimana A direncanakan 0,2 m

$$A = 0,2m \cdot 0,2m = 0,04m^2$$

$$4A = \cdot D_h^2$$

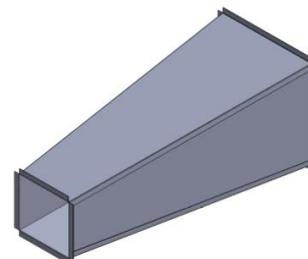
$$D_h^2 = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = 0,226m^2$$

$$L_s = 2 \cdot 0,226m^2 = 0,452m^2$$

Jadi panjang test section (L_s) adalah 0,452m²

Perhitungan panjang diffuser

Untuk mencari panjang *diffuser* diharuskan mengetahui diameter *fan*.



Gambar 3 diffuser

Fan area 2 sampai 3 kali test section, untuk itu diambil 2 kali *test section*.

Fan area = $A \cdot 2 = 0,08m^2$

$$FA = \frac{\pi}{4} \cdot D_h^2 \quad (3)$$

$$0,08m^2 = \frac{\pi}{4} \cdot D_h^2$$

$$\frac{4 \cdot 0,08 m^2}{\pi} = D_h^2$$

$$D_f = \sqrt{0,1018} = 0,3191m^2$$

Jadi diameter fan adalah 0,3191m²

$$0,3191m = 13 \text{ inch}$$

Dikarenakan sulit mencari fan 13 inch maka dari itu digunakan fan 14 inch

$$14 \text{ inch} = 0,36 m$$

$$FAr = 2 \cdot Df = 0,1296m^2$$

$$Ar \frac{FAr}{A} = \frac{0,1296 m^2}{0,04m^2} 3,24 \quad (4)$$

$$\theta = 2 \cdot \alpha$$

$$L_d = R1 \left(\frac{Ar^{\frac{1}{2}} - 1}{\tan \theta} \right) \quad (5)$$

$$= 0,2 \left(\frac{3,24^{\frac{1}{2}} - 1}{\tan 10^\circ} \right)$$

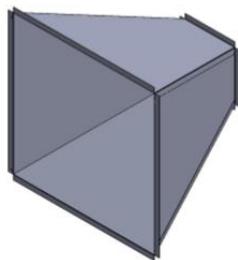
$$= 0,2 (4,545)$$

$$= 0,909 m$$

Jadi panjang *diffuser* adalah 0,909 m

Perhitungan panjang *Contraction*

Contraction area berdimensi antara 6 sampai 10 kali luas *test section*, untuk itu diambil 8 kali luas *test section*.



Gambar 4 contraction

$$C_a = A \cdot 8 = 0,32 m^2$$

$$H \text{ contraction} = \sqrt{0,32}$$

$$= 0,565 m^2$$

$$y = a\xi^5 + b\xi^4 + c\xi^3 + d\xi^2 + e\xi + f$$

$$\xi = \frac{x}{L} \text{ dan } y = h \text{ dan } 0 \leq X \leq L$$

$$\xi = 0 \rightarrow y = y_0$$

$$\xi = 1 \rightarrow y = y_1$$

$$\xi = 0 \rightarrow \frac{dy}{d\xi} = 0$$

$$\xi = 1 \rightarrow \frac{dy}{d\xi} = 0$$

$$\xi = 0 \rightarrow \frac{d^2y}{d\xi^2} = 0$$

$$\xi = 1 \rightarrow \frac{d^2y}{d\xi^2} = 0$$

$$\frac{Ln}{2y_0} = 1$$

$$\frac{Ln}{2y_0} = 0,9$$

$$Ln = 2y_0 \cdot 0,9$$

$$= 0,565 m^2 \cdot 0,9$$

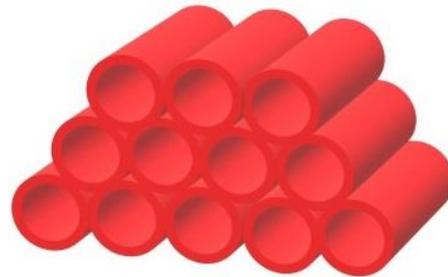
$$= 0,5085 m^2$$

Jadi panjang *contraction* adalah 0,5085 m²

Perhitungan panjang *Hanycome*

Panjang *hanycome* dapat dicari dengan rumus

$$L_h = D \cdot Fc \quad (6)$$



Gambar 5 hanycome

Dimana diketahui

$$D = 0,012m$$

Fc = factor koreksi 6 sampai 8 kali, dipilih 8 kali

$$L_h = D \cdot 8$$

$$= 0,012m \cdot 8 = 0,096 m$$

Jadi panjang *hanycome* adalah 0,096 m

Proses pembuatan

Dalam pembuatan *wind tunnel* ini melalui beberapa proses yaitu sebagai berikut :

- a. Setelah semua bahan sudah tersedia dilakukan pemotongan plat aluminium sesuai gambar desain pada setiap bagian bagian *wind tunnel* yang sudah dibuat.
- b. Setelah proses pemotongan pada setiap bagian bagian *wind tunnel* sudah selesai tahap selanjutnya adalah dilakukan proses menggunakan *metal bending machine* untuk mendapatkan bentuk yang sesuai dengan desain.



Gambar 6 Bagian *wind tunnel* setelah proses *bending*

- c. Setelah proses menggunakan *metal bending machine* selesai untuk bagian test section diberi lubang berbentuk persegi panjang dibagian atas dan samping dengan dimensi 0,15 x 0,45 m untuk menempatkan akrilik.



Gambar 7 Lubang pada *test section*

- d. Proses selanjutnya adalah pemasangan *hanycome* pada bagian *settling chamber* yang berdimensi 0,57 x 0,57 m, pemasangan ini dilakukan secara keseluruhan atau sampai full memenuhi bagian dalam *settling chamber*



Gambar 8 Pemasangan *hanycome*

- e. Setelah pemasangan *hanycome*, dibagian *settling chamber* ini juga dilakukan pemasangan *screen* yang di letakkan di bagian depan *hanycome*.



Gambar 9 Pemasangan *screen*

- f. Selanjutnya adalah pembuatan kaki kaki penyangga *wind tunnel* dengan menggunakan besi siku lubang dengan ketinggian 0,50 m.



Gambar 10 Kaki-kaki penyangga *wind tunnel*

- g. Pembuatan dudukan dan kaki kaki penyangga motor dengan menggunakan besi siku.



Gambar 11 kaki dan dudukan motor

- h. Setelah itu proses selanjutnya adalah pemasangan motor ½ Hp yang sudah terpasang fan 14 inch di bagian belakang *diffuser*.



Gambar 12 Pemasangan motor

- i. Setelah semua proses diatas selesai dilakukan penyatuan semua bagian *wind tunnel* yang terdiri dari *settling chamber*, *contraction*, *test section*, *diffuser*.



Gambar 13 *Wind Tunnel* tipe *subsonic*

PROSES PENGOPRASIAN *WIND TUNNEL*

Sebelum pengoprasian *wind tunnel* pastikan semua alat yang dibutuhkan sudah siap. setelah itu letakkan alat ukur di dalam area *test section*, setelah itu tutup kembali jangan sampai ada celah karena akan mempengaruhi kecepatan di dalam *wind tunnel*. Setelah itu nyalakan motor yang sudah terpasang di bagian belakang *wind tunnel*, tunggu sekitar kurang lebih satu menit, setelah itu lihat alat ukur disitu akan terlihat kecepatan maksimum di dalam area *test section*.

PENUTUP

Dari proses rancang bangun *wind tunnel* tipe *subsonic* ini menghasilkan *wind tunnel* skala laboratorium dengan panjang *test section* 0,452m, *diffuser* 0,909m, *contraction* 0,508m, *hanycome* 0,096m, dan *wind tunnel* yang sudah dibuat dapat bekerja dengan baik.

Adapun saran untuk kedepannya agar lebih baik. Untuk penelitian perhitungan getaran saat pengujian perlu dilakukan untuk mengetahui

seberapa besar pengaruh terhadap keseragaman yang terjadi, untuk pemotongan hanycome diusahakan tidak manual, untuk mendapatkan kecepatan yang maximum diusahakan tidak ada celah sedikitpun pada setiap sambungan *wind tunnel*, untuk tahap selanjutnya ada baiknya dilakukan study komparasi terowongan angin ini dengan terowongan angin yang sudah di standarisasi agar dapat mengetahui kelebihan dan kekurangannya sehingga bisa diadakan rievew untuk kesempurnaan alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah YN (2019). Analysis of Unsteady Magneto Hydro Dynamic (MHD) Nano Fluid Flow Past A Sliced Sphere Analysis of Unsteady Magneto Hydro Dynamic (MHD) Nano Fluid Flow Past A Sliced Sphere. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol 494. ; 2019:012033. doi:10.1088/1757-899X/494/1/012033
- Ahmad Marabdi Siregar. 2016. "Rancang Bangun *Wind Tunnel* Sederhana untuk alat Pendukung Studi Experimental", Teknik Mesin UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATRA UTARA
- Bell, J.H., R.D. Metha. 1989. Boundary-Layer Predictions for Small Low Speed Contractions. London. AIAA Journal. http://vonkarman.stanford.edu/tunnel/contraction_paper.pdf
- Barlow, Jewel B., William H. Rae. Barlow, Jewel B., William H. Rae, Alan Pope. 1999. Low-Speed Wind Tunnel Testing-3rd ed. New York. John Wiley & Sons, Inc.
- Harold Sherwood Boudreau Iii. 2009. Design, Construction, And Testing Of An Open Atmospheric Boundary Layer Wind Tunnel, University Of Florida.
- Kotwani, Kailash. 2003. Wind Tunnel Performance Analysis. <http://www.casde.edu/windtunnel.pdf>, akses : 16 Januari 2009
- Miguel A. González Hernández, Ana I. Moreno López, Artur A. Jarzabek, José M. Perales Perales, Yuliang Wu and Sun Xiaoxiao. Design Methodology for a Quick and Low-Cost Wind Tunnel <http://dx.doi.org/10.5772/54169>

Nidia Yuniarsih Dan Wowo Rossbandrio. 2015. "Pengembangan Terowonga Angin Kecepatan Rendah (*Low Speed Wind Tunnel*)", Untuk Tujuan Edukatif Di Politeknik Negri Batam, Teknik Mesin Politeknik Negri Batam

Sherwood Boudreau III Harold. 2009. Design, Construction, And Testing Of An Open Atmospheric Boundary Layer Wind Tunnel, University Of Florida