

Rancang Bangun Terowongan Angin Kecepatan Rendah Tipe Terbuka Sederhana dengan *Smoke* Generator Sebagai Visualisasi Aliran Udara Untuk Alat Pratikum

Freindsisco Xaverius^{1*}, M Fajri Hidayat²

Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

¹Freindsiscohender@gmail.com, ² fajri.hidayat@uta45jakarta.ac.id

Abstrak

Seiring dengan berkembangnya jaman teknologi sudah banyak sekali mengalami perubahan yang mampu memenuhi kebutuhan hidup manusia dan di bidang teknik sendiri sudah banyak sekali teknologi yang berkembang dan membantu para insinyur, di bidang aerodinamika sendiri berkembang sebuah alat yang bertujuan untuk mengetahui sebuah kondisi udara ketika melewati benda padat dan alat itu di sebut terowongan angin (*wind tunnel*). Terowongan angin biasa digunakan dalam bidang seperti aerodinamika, mekanika fluida, teknik, dan fisika alat ini sangat berperan penting dalam bidang-bidang tersebut dan karena di laboratorium teknik mesin belum ada alat tersebut. Tujuan dari pembuatan alat ini supaya bisa membantu pembelajaran mahasiswa teknik mesin di Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta. Terowongan angin (*wind tunnel*) yang di buat adalah tipe terbuka dan menggunakan *smoke* generator sebagai visualisasi aliran udara dan menghasilkan kecepatan aliran 3,2 m/s pada ruang uji (*test section*) dan menggunakan 3 variasi kecepatan yaitu 3 m/s, 2,5 m/s dan 2 m/s untuk pengujian dengan objek miniatur Moto Gp dengan ukuran 1:18 dari ukuran aslinya dan menghasilkan aliran yang laminar di setiap variasi kecepatannya.

Kata kunci: Terowongan angin, teknologi, Aerodinamika

Abstract

Along with the development of the technological era, there have been many changes that are able to meet the needs of human life and in the field of engineering itself there have been a lot of technologies that have developed and helped engineers, in the field of aerodynamics itself developed a tool that aims to determine the condition of the air when passing solid objects. and the tool is called a wind tunnel. Wind tunnels are commonly used in fields such as aerodynamics, fluid mechanics, engineering, and physics. These tools play an important role in these fields and because mechanical engineering laboratories do not yet have these tools. The purpose of making this tool is to help students learn mechanical engineering at the University of 17 August 1945, Jakarta. The wind tunnel made is an open type and uses a smoke generator as a visualization of air flow and produces a flow velocity of 3.2 m/s in the test section and uses 3 variations of speed, namely 3 m/s, 2, 5 m/s and 2 m/s for testing with a miniature Moto Gp object measuring 1:18 of its original size and allowing for laminar flow at any speed variation.

Keywords: Wind tunnel, Teknologi, Aerodynamic

1. PENDAHULUAN

Teknologi adalah sebuah sarana untuk menyediakan barang-barang yang diperlukan bagi kelangsungan, kenyamanan dan kebutuhan hidup manusia. Penggunaan teknologi oleh manusia dimulai dengan mengubah sumber daya alam menjadi alat-alat sederhana. Seiring dengan perkembangan zaman, teknologi telah banyak mempengaruhi kehidupan masyarakat dan lingkungan sekitar. Keberadaan teknologi juga membuat pekerjaan manusia jauh lebih mudah. Dalam bidang teknik sendiri teknologi sudah banyak sekali membantu para *engineer* untuk melakukan berbagai hal seperti analisis, penelitian, perancangan, pembangunan dan masih banyak lagi.

Termasuk pada bidang aerodinamika yang di mana aerodinamika adalah ilmu yang mempelajari tentang pergerakan aliran udara pada suatu benda padat yang bergerak seperti mobil. Fungsinya yaitu mengatur aliran udara akibat gaya yang ditimbulkan. Dengan kata lain yaitu mengatur pola pergerakan udara yang terjadi dan dibutuhkan sebuah alat yang dapat menguji bentuk aliran udara yang menabrak benda padat dari sebuah rancangan yang telah di desain, untuk itu dibuatlah alat yang di sebut terowongan angin (*Wind Tunnel*).

Dikarenakan di laboratorium teknik mesin di Universitas 17 Agustus 1945 (UTA'45) Jakarta belum ada terowongan angin (*wind tunnel*) sebagai alat penunjang pembelajaran untuk mahasiswa teknik mesin, maka di tugas akhir ini Penulis membuat sebuah alat yaitu terowongan angin kecepatan rendah (*low speed wind tunnel*) dengan *smoke* generator sebagai visualisasi aliran udara dengan tujuan mendukung pembelajaran dalam bidang aerodinamika dan melengkapi peralatan

penunjang studi di laboratorium teknik mesin di UTA'45. Oleh sebab itu pengetahuan dan pemahaman mengenai penggunaan alat tersebut sangat penting diperlukan oleh mahasiswa teknik mesin. Karena di prodi (program studi) teknik mesin ada mata kuliah yang berkaitan dengan aerodinamika seperti mekanika fluida, dan CFD (*computational fluid dynamics*) dengan begitu peranan terowongan angin (*wind tunnel*) sangat penting untuk mahasiswa teknik mesin yang ingin melakukan penelitian aerodinamika untuk mempelajari efek udara yang bergerak melewati benda padat. Contohnya adalah mobil Pada saat mobil di tabrakan oleh udara akan berpengaruh terhadap gaya aerodinamis, antara lain gaya aerodinamis adalah gaya angkat (*Lift up*), gaya tekan ke bawah (*Down force*), gaya hambat (*Drag force*).

2. DASAR TEORI DAN KAJIAN LITERATUR

2.1 Terowongan Angin (*Wind Tunnel*)

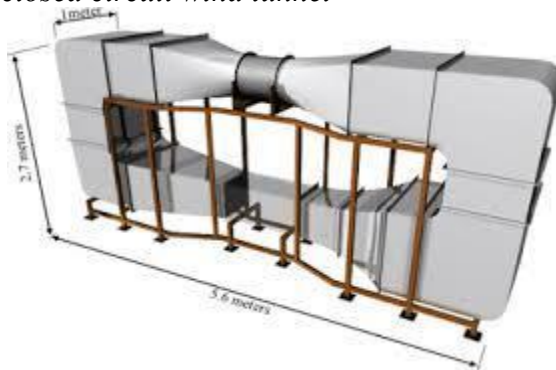
Terowongan angin atau dalam bahasa inggris *Wind tunnel* merupakan sebuah alat yang dirancang dan dioperasikan pada tahun 1871 oleh Francis Herbert Wenham (*Aeronautical Society of Great Britain*) digunakan untuk penelitian aerodinamika yang di mana udara yang ada di dalam terowongan angin mengalir dan melewati benda padat sebagai objek uji coba. Terowongan angin juga digunakan untuk mempelajari efek aliran udara dan karakteristik udara saat melewati benda padat. Efek dari aliran udara yang di timbul kan berupa gaya aerodinamika yang terbagi jadi tiga yaitu; gaya angkat (*lift force*), gaya tekan (*down force*), dan gaya hambat (*drag force*). Terowongan angin biasanya di gunakan untuk pengujian kendaraan darat dan udara seperti mobil, motor, dan pesawat tidak hanya pengujian kendaraan terowongan angin juga bisa di gunakan untuk pengujian bangunan atau

gedung di mana pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat sebuah bangunan menahan kecepatan angin.

2.2 Jenis-jenis Terowongan Angin



Sebagai alat penunjang penelitian aerodinamika terowongan angin sendiri di klasifikasikan menjadi 2 jenis, yang pertama adalah tipe terowongan angin rangkaian terbuka atau *open circuit wind tunnel* dan tipe yang kedua adalah terowongan angin rangkaian tertutup atau *closed circuit wind tunnel*



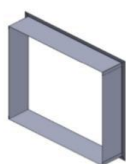
Gambar 2.1 Terowongan angina tipe terbuka
Gambar 2.2 Terowongan angin tipe tertutup

2.3 Komponen Terowongan Angin

2.3.1 Ruang penenang (*settling chamber*)

berada pada bagian depan terowongan angin yang terdiri dari *screen* dan sarang lebah (*honey comb*). Dimana aliran udara

masuk pertama kalinya ke dalam rangkaian terowongan angin terbuka.



Perancangan ruang penenang bertujuan untuk meluruskan dan mendapatkan aliran udara dengan tingkat turbulensi yang rendah.

Gambar 2.3 *Settling Chamber*
2.3.2 Sarang Lebah (*Honey Comb*)



sebuah rangkaian yang berbentuk sarang lebah bersaluran lurus biasanya berbentuk segi enam, segi empat, atau silinder yang terletak di dalam ruang penenang (*settling chamber*), berfungsi untuk mengurangi turbulensi aliran udara, ketika aliran turbulen masuk melewati *honey comb*, maka aliran tersebut berubah menjadi aliran laminar. Pada pembuatan *honey comb* penulis menggunakan sedotan



sebagai bahan pembuatannya

Gambar 2.4 *Honey comb* (dok pribadi)

2.3.4 Ruang kontraksi

Setelah melewati ruang penenang (*settling chamber*) yang berisi *honey comb* dan *screen* aliran udara masuk ke ruang kontraksi (*contraction room*). Ruang ini memiliki luas yang perlahan mengecil.

Ruang kontraksi berfungsi untuk meningkatkan kecepatan aliran udara.

Gambar 2.5 Ruang Kontraksi (dok pribadi)



2.3.5 Ruang uji (Test section)

Ruang uji (*test section*) bagian dari terowongan angin setelah ruang kontraksi objek uji coba akan di letakan di dalam ruang uji. Ukuran ruang uji di beri toleransi ukuran dengan dimensi model. Pada bagian ruang uji biasanya terbuat dari bahan yang bening seperti kaca atau akrilik supaya objek uji coba bisa terlihat.



Gambar 2.6 Ruang uji (dok pribadi)

2.3.6 Diffuser

Setelah melalui ruang uji aliran udara mengalir ke diffuser, sebuah ruang yang memiliki luas penampang yang perlahan melebar, fungsinya untuk menurunkan kecepatan aliran udara dan menyebabkan



naiknya tekanan udara.

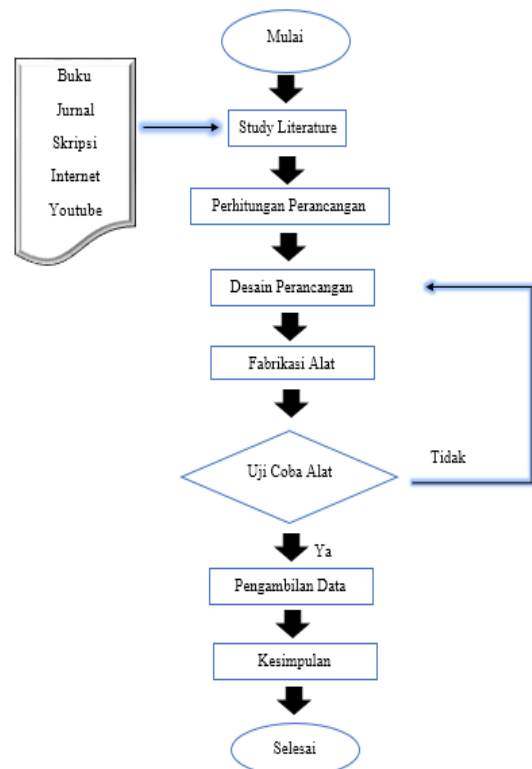
Gambar 2.7 Diffuser (dok pribadi)

2.3.7 Blower fan

Blower fan atau kipas adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menghasilkan aliran udara. *Blower fan* merupakan bagian terpenting dari sebuah rangkaian terowongan angin, karena digunakan untuk menghasilkan aliran udara.

Gambar 2.8 Blower fan (dok pribadi)

3. METODE PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram alur
Gambar 3.2 Desain 3D Terowongan angin dengan *smoke* generator (sumber : Autocad)

3.1 Proses pembuatan terowongan angin

Dalam pembuatan terowongan angin ini melalui beberapa proses yaitu sebagai berikut:

1. Setelah desain perancangan dan mempersiapkan material dan peralatan, dilanjutkan dengan proses perancangan dan pembuatan terowongan angin sesuai dengan desain perancangan.
2. Setelah semua bahan sudah disiapkan dilakukan pemotongan besi siku dan besi strip sebagai rangka terowongan angin sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.



3. Setelah proses pemotongan besi selesai tahap berikutnya adalah proses penyambungan besi rangka terowongan angin dengan las listrik untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan dengan desain terowongan angin

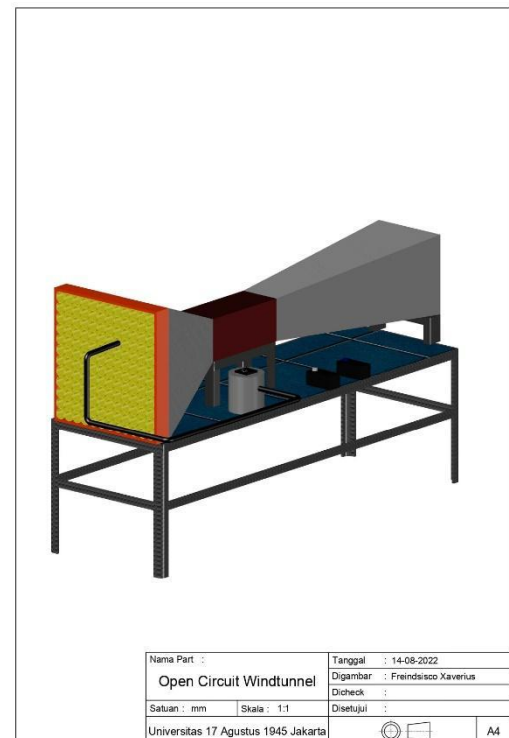
Gambar 3.4 Proses penyambungan rangka terowongan angin (dok pribadi)



4. Setelah proses penyambungan rangka terowongan angin selesai dilakukan proses *painting* pada rangka terowongan angin. Proses *painting* ini bertujuan untuk



melindung rangka dari karat



- Gambar 3.5** Proses *painting* (dok pribadi)
5. Setelah proses *painting* pada rangka

selesai dilakukan pemasangan dinding



pada setiap bagian terowongan angin, untuk pada bagian ruang kontraksi, dan diffuser menggunakan bahan plat galvalum dengan tebal 0.30mm sebagai dinding nya dan untuk ruang uji menggunakan bahan yang tembus pandang sebagai dinding nya yang menggunakan bahan akrilik dengan tebal 3mm. dimensi dari dinding ruang uji berbentuk persegi panjang dengan ukuran 29.5 cm x 10.5 cm.

Gambar 3.6 Pemasangan plat galvalum

Gambar 3.7 Pemasangan akrilik (dok pribadi)

6. Setelah proses pemasangan dinding pada bagian terowongan angin dilakukan selanjutnya dilakukan pembuatan *settling chamber* untuk pemasangan *settling chamber* berada pada bagian depan terowongan angin dan sebagai jalur masuk nya udara, dan pemasangan *honey comb* pada bagian *settling chamber* dan pemasangan *blower fan* pada bagian belakang *diffuser*.

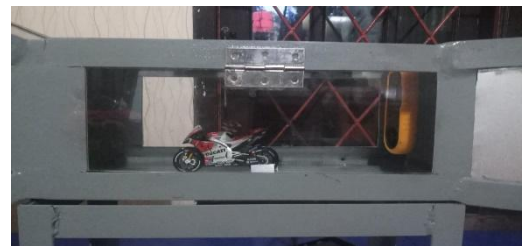
Gambar 3.8 Pemasangan *blower fan* (dok pribadi)

Gambar 3.9 Pemasangan *honey comb* (dok pribadi)

7. Setelah semua proses perakitan dan pemasangan komponen dari terowongan angin selesai setelah itu pembuatan rak kaki-kaki terowongan angin dengan bahan besi siku lubang dengan tinggi 0.50 m.
8. Selesai .

3.2 Proses pembuatan *smoke generator*

Setelah proses pembuatan dari terowongan angin selesai berikutnya proses pembuatan *smoke generator*. Setelah semua bahan pembuatan *smoke generator* sudah siap selanjutnya memulai pembuatannya. Bahan-bahan yang di perlukan adalah



kaleng susu bekas, selang fleksibel, *mini DC fan*, lem tembak dan komponen yang paling utama adalah *mist maker* dan di bawah ini adalah proses dari pembuatan *smoke generator*:

- Membuat lubang pada bagian tutup kaleng susu bekas sebagai masuknya aliran udara.
- Pemasangan *mini DC fan* sebagai *blower*
- Pembuatan lubang pada kaleng susu bekas untuk pemasangan



selang fleksibel

- Pemasangan selang fleksibel pada kaleng susu bekas.
- Selesai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitunagn panjang ruang uji

Panjang ruang uji dapat dicari dengan rumus

$$L_s = 2 \cdot D_h$$

Dimana D_h = diameter hidraulik

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

A = Luas ruang uji yang di rencanakan

Diameter hidraulik dapat dicari dengan rumus

$$A = \pi \frac{Dh^2}{4}$$

Dimana A direncanakan 0.16m

$$A = 0.16m \times 0.16m = 0.0256m^2$$

$$4A = Dh^2$$

$$Dh^2 = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.0256}{\pi}} = 0.180m^2$$

$$L_s = 2 \times 0.180m^2 = 0.36m^2$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas panjang ruang uji (L_s) adalah 0.36m²

4.2 Perhitungan panjang *diffuser* dan diameter *fan*

Untuk mencari panjang *diffuser* diketahui dulu diameter *fan*.

Fan area 2 sampai 3 kali ruang uji, untuk itu diambil 2 kali test section

$$F_a = A \times 2 =$$

Dimana:

F_a = *Fan area*

A = Luas ruang uji

$$F_a = \frac{\pi}{4} \times Dh^2$$

Dimana:

Dh^2 = diameter hidraulik

$$F_a = 0.0256m^2 \times 2 = 0.0512m^2$$

$$0.0512m^2 = \frac{\pi}{4} \times Dh^2$$

$$\frac{4 \times 0.0512m^2}{\pi} = Dh^2$$

$$Df = \sqrt{0.0651} = 0.2551m$$

$$0.2551m = 10inch$$

Jadi hasil dari perhitungan diameter fan di dapat 0.2551m atau 10inch.

Adapun spesifikasi *blower fan* yang digunakan di tabel berikut:

| | |
|---------------|----------------|
| Ukuran | 10" (250mm) |
| Baling-baling | |
| Voltase | 220V (1 Phase) |
| Tenaga | 30W |
| Kecepatan | 1340RPM |
| Putaran | |
| Kapasitas | 684 CMH |

Tabel 4.1 Spesifikasi *blower fan*

Setelah diameter fan di ketahui maka bisa di cari panjang *diffuser* sebagai berikut

$$F_{ar} = 2 \times DF = 0.5102m^2$$

$$Ar = \frac{F_{Ar}}{A} = \frac{0.5102m^2}{0.0256m^2} = 19.9$$

$$\theta = 2 \times \alpha$$

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

$$L_d = 0.2 \left(\frac{19.9^{\frac{1}{2}} - 1}{\tan 10^\circ} \right)$$

$$L_d = 0.2(4.278)$$

$$L_d = 0.855m^2$$

Jadi dari perhitungan diatas panjang *diffuser* (L_d) di dapat 0.855m²

4.3 Perhitungan panjang ruang kontraksi

Ruang kontraksi memiliki dimensi antara 6 sampai 10 kali dari luas ruang uji, untuk itu diambil 10 kali dari luas ruang uji.

Dimana:

C_a = Contraction area

A = Luas ruang uji

$$C_a = 0.256m^2 \times 10 = 0.256m^2$$

$$H \text{ contraction} = \sqrt{0.256m^2} = 0.505m^2$$

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

$$\frac{L_n}{2y_0} = 0.9$$

$$L_n = 2y_0 \times 0.9$$

$$L_n = 0.505m^2 \times 0.9$$

$$L_n = 0.454m^2$$

Jadi dari hasil perhitungan panjang ruang kontraksi di atas di dapat $0.454m^2$

4.4 Perhitungan panjang honey comb

Perhitungan panjang *honey comb* dapat di cari dengan rumus berikut:

$$L_h = D \times f_c$$

Dimana:

L_h = Panjang *honey comb* (Long Honey comb)

D = diameter *honey comb*

F_c = faktor koreksi, dimana faktor koreksi diambil 6 sampai 8 kali, dipilih 8 kali

$$L_h = 0.007 \times 8 = 0.056m$$

Jadi dari perhitungan panjang *honey comb* di atas di dapatkan hasil $0.056m$ dan dibulatkan menjadi $0.6m = 6cm$

4.5 Hasil alat

Dari hasil perancangan dan pembangunan terowongan angin dengan *smoke* generator ini maka di dapatkan panjang ruang uji $0.36m$, panjang *diffuser* $0.855m$, diameter *fan* $0.255m$ atau 10 inch , panjang ruang kontraksi $0.45m$, dan panjang *honey comb* 0.056 . dibulatkan menjadi $0.06m$ dan total panjang

keseluruhan terowongan angin ini adalah $1.699m$ dan terowongan angin sudah dibuat dan bekerja dengan baik.

4.6 Hasil pengujian

Hasil pengujian diambil dengan cara merekam dan mengambil gambar dengan tiga variasi kecepatan yaitu $3m/s$, $2.5m/s$, dan $2m/s$ dan mengamati bentuk aliran tersebut.

| | | |
|--|--------|---------------------------------------|
|  | 3m/s | Hasil aliran bagus dan laminar |
|  | 2.5m/s | Hasil aliran bagus dan laminar |
|  | 2m/s | Hasil aliran kurang bagus dan laminar |

Tabel 4.2 Hasil alat

5. Kesimpulan dan saran

Setelah melakukan pengujian hasil dari terowongan angin dengan *smoke* generator maka penulis dapat memberikan beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan menganalisa hasil dari perancangan dan pengujian dari alat ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kecepatan aliran maksimal yang di dapat pada ruang uji adalah 3.2 m/s
2. Terowongan angin yang dirancang terdiri dari 4 bagian utama, yaitu *settling chamber* yang berisi *honey comb*, ruang kontraksi, ruang uji, dan *diffuser* yang terpasang *blower*

fan dan semua bagian itu di pasang dengan sambungan las dan tidak bisa di bongkar kecuali *settling chamber* dan *blower fan* yang masih bisa di lepas pasang supaya terowongan angin bisa dilakukan perawatan.

3. Terowongan angin dengan *smoke* generator ini dilakukan 3 uji coba dengan variasi kecepatan yang berbeda pada 3m/s, 2.5m/s, dan 2m/s dan hasil semua aliran nya berbentuk laminar dan ketebalan *smoke* yang jelas namun pada kecepatan 2m/s ketebalan *smoke* kurang jelas.
4. Ada getaran pada *blower fan* saat pengoperasian terowongan angin ini

Saran

Pada perancangan dan pembangunan pada alat ini masih terdapat kekurangan. Berikut ada beberapa hal yang dapat di jadikan saran dan pengembangan pada alat ini selanjutnya:

1. Untuk mendapatkan aliran yang baik dan maksimum diusahakan tidak ada celah sedikitpun pada setiap dinding penutup terowongan angin.
2. Pada saat pembuatan *honey comb* diusahakan tidak memotong secara manual supaya hasil potongan sama panjangnya.
3. Karena alat ini masih sederhana pada pengembangan selanjutnya bisa di tambahkan beberapa fitur yang bisa menunjang penggunaan alat ini seperti penambahan beberapa sensor yang dapat menunjang penelitian aerodinamika.
4. Perlunya studi komparasi terowongan angin ini dengan terowongan angin yang sudah di standarisasi supaya mengetahui kelebihan dan kekurangan pada alat ini sehingga bisa di *review* untuk kesempurnaan alat.
5. Karena kecepatan aliran maksimal di ruang uji hanya dapat 3.2 m/s

bisa mengganti daya *blower fan* yang lebih besar untuk mendapatkan kecepatan aliran yang lebih cepat

DAFTAR PUSTAKA

Idris, M Imam. 2019. "Rancang Bangun Terowongan Angin (*Wind Tunnel*) Tipe *Subsonic* Dengan *Test Section* 0.2 X 0.2 M untuk Alat Peraga Mekanika Fluida", Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Maarif Hayim Latif, Sidoarjo.

Hengki Purwanto, Siti Rodiyah Andary, Hartono. 2019. "Rancang Bangun *Wind Tunnel* Menggunakan *Smoke* Genarator Pada Aerodinamika Kendaraan", Teknik, Politeknik Negari Jember.

Meitri Nelta, Awaludin Martin. 2019. "Rancang Bangun Terowongan Angin Sistem Terbuka Pada Kecepatan Angin 3m/detik", Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Riau.

N. A. Ahmed. 2013. "Wind Tunnel Designs and Their Diverse Engineering Application", *Croatia*.

Tomar Vishvendra Singh, Sangwan Vipul, Singh Shaktiman, Singh Raj Kumar, Agrwal Jubin. 2014. "Design, Analitic Analysis, Instrumentation and Flow Simulation of Sub-Sonic Open Circuit Wind Tunnel Model", Department of Mechanical Engineering, Delhi Technological University, Delhi.

Nidia Y, Wowo R. 2015. "Pengembangan Terowongan Angin kecepatan Rendah (*Low Speed Wind Tunnel*) Untuk Tujuan Edukatif di Politeknik Negeri Batam", Teknik Mesin Politeknik Negeri Batam, Batam.

Arief M, Erwin dan Slamet W. 2021. "Rancang Bangun *Smoke Generator* Pada Kecepatan Angin Rendah dengan *Wind Tunnel* Rangkaian Terbuka",

- Teknik Mesin, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, Banten.
- Siregar, Marabdi A. 2016. "Rancang Bangun *Wind Tunnel* Sederhana Untuk Alat Pendukung Studi Eksperimental", Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.
- Andi Tri G. 2019. "Analisis dan Perhitungan Pada Daya Motor Untuk Terowongan Angin (*Wind Tunnel*) Tipe *Subsonic* Dengan *Test Section* 0.2 X 0.2M Untuk Alat Peraga Mekanika Fluida Skala Labolatorium", Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Maarif Hamyim Latif, Sidoarjo.
- Novan R, F. Andree Yohanes, Sunarno, Hetty Novianty, Yusron Feriadi. 2018. "Pengukuran Kualitas Kecepatan Angin Pada Terowongan Angin di ILST BBTA3", Balai Besar Teknologi Aerodinamika, Tangerang Selatan, Banten.
- Dwi I, Izza A, Jamaaluddin. 2021 "Rancang Bangun Alat Pengontrol Kelembaban Udara Pada Budidaya Jamur Menggunakan *Arduino Uno* dan *Ultrasonic Mist Maker*.
- Putra, D. P., & Hidayat, M. F. (2017). Perencanaan Tata Udara Sistem Ducting Ruang Aula Lantai 8 Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 2(1), 61-66.
- Sumardiyanto, D., Saidah, A., Wijayanti, A., Susilowati, S. E., & Kusuma, D. (2022). Pembuatan Alat Press Untuk Sampah dan Kaleng Bekas Minuman untuk Masyarakat Pengepul Barang Bekas di Wilayah Desa Cipeucang, Cileungsi, Kabupaten Bogor. *BERDIKARI*, 5(1).
- Sumardiyanto, D., & Susilowati, S. E. (2018). Pengaruh Tekanan Pompa Bahan Bakar Tekanan Tinggi terhadap Kinerja Mesin. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 3(2), 98-105.
- Saidah, A. (2017). Analisa Kinerja Pompa Minyak (Pompa Bongkar Kargo) Pada Mt. Accord. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 2(1), 26-41.