

Pengaruh Perbedaan Ukuran Intake Kontraksi Terhadap Laju Aliran Di Ruang Uji

Wempi Geovano Iribaram¹, Vina N. Van Harling²

¹Teknik Mesin, Politeknik Saint Paul Sorong

²Teknik Mesin, Politeknik Saint Paul Sorong

¹iribaramgoevanoiribaram@gmail.com ²vina.nathalia@poltekstpaul.ac.id

Abstract

The contraction cone or intake is a very important part of wind tunnel design because it has a high impact on the quality of airflow in the test section. The design of the contraction cone aims to create the air pressure required at the time of entry of the test section without experiencing much turbulence. This research was conducted using an experimental method, where in this study it was carried out by testing, making 3 intake components or funnels of different sizes. The calculation results obtained funnel 1 contraction with a value of 11,466 m³ / s, funnel 2 contraction with a value of 12,266 m³ / s, and funnel 3 contraction with a value of 12,533 m³ / s. These results show that the size of the contraction affects the wind flow rate inside the test chamber. Where changes in the size of contractions will increase the wind flow rate, which is caused by the increasing size of the contraction cross-sectional area so that the shelter area or wind flow area that will move towards the test room increases in size or area

Keywords: intake size, test chamber, wind tunnel.

Abstrak

Kerucut kontraksi atau *intake* adalah bagian yang sangat penting dari perancangan terowongan angin karena mempunyai dampak yang tinggi terhadap kualitas aliran udara pada bagian uji. Perancangan dari kerucut kontraksi bertujuan untuk tekanan udara yang diperlukan pada saat masuk bagian uji tanpa banyak mengalami turbulensi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen, dimana dalam penelitian ini dilakukan dengan menguji coba, pembuatan 3 buah komponen *intake* atau corong dengan ukuran yang berbeda-beda. Hasil perhitungan diperoleh kontraksi corong 1 dengan nilai sebesar 11,466 m³/s, kontraksi corong 2 dengan nilai sebesar 12,266 m³/s, dan kontraksi corong 3 dengan nilai sebesar 12,533 m³/s. Hasil ini menunjukkan bahwa ukuran kontraksi mempengaruhi laju aliran angin di dalam ruang uji. Dimana perubahan ukuran kontraksi akan terjadi peningkatan terhadap laju aliran angin, yang disebabkan semakin bertambahnya ukuran luas penampang kontraksi sehingga area penampungan atau area aliran angin yang akan bergerak menuju ruang uji bertambah besar atau luas

Kata kunci: ukuran *intake*, ruang uji, terowongan angin.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dewasa ini semakin berkembang, berjalan seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan manusia. Perkembangan ini juga berdampak dengan semakin meningkatnya pula keinginan manusia untuk menciptakan suatu teknologi yang baru, yang dapat memberikan banyak manfaat bagi manusia.

Terowongan angin mungkin merupakan alat yang masih asing dipendengaran kita, namun sebenarnya

alat ini sangat bermanfaat dalam dunia aerodinamika, karena untuk mengetahui pengaruh gaya aerodinamika pada suatu objek diperlukan terowongan angin untuk membantu proses analisis besaran aerodinamika yang dialami oleh suatu benda.[1]

Dalam artikel penelitian yang ditulis oleh Risnawan [2] tertulis bahwa terowongan angin digunakan dalam penelitian aerodinamika untuk mempelajari karakteristik aliran udara. Terowongan angin digunakan untuk mensimulasikan keadaan sebenarnya

pada suatu benda yang berada dalam pengaruh gaya-gaya aerodinamika dalam bidang aeronautika, serta menganalisis kinerja mekanika terbang (*flight mechanic*) dari suatu benda terbang (*aerial vehicle*) [3]. Selain itu, terowongan angin juga banyak digunakan dalam pengujian berbagai kondisi benda dalam aliran udara.

Sebuah terowongan angin terdiri atas bagian tubular dengan objek yang diuji dipasang di tengah udara digerakkan melewati objek uji, sering disebut model terowongan angin, diinstrumentasikan dengan sensor-sensor yang cocok untuk mengukur gaya-gaya aerodinamika, distribusi tekanan, atau karakteristik-karakteristik lainnya yang berkaitan dengan aerodinamika.

Cara kerja dari terowongan angin dengan rangkaian terbuka seperti motor penggerak menghasilkan energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Fan terhubung dengan poros motor penggerak, dan ketika poros penggerak berputar maka fan ikut berputar. Putaran fan menyebabkan aliran udara dengan kecepatan tertentu. Aliran udara yang dihasilkan fan belum laminar. Kemudian aliran udara tersebut masuk dalam sisi inlet wind tunnel. Aliran udara masuk sisi inlet wind tunnel masuk ke dalam tiap lubang *honeycomb* sehingga aliran udara menjadi laminar. Kemudian aliran tersebut masuk ke dalam diffuser, dan setelah melewati diffuser maka kecepatan aliran udara menurun. Aliran udara ini kemudian masuk kedalam contraction, dan setelah melewati contraction maka kecepatan aliran udara meningkat. Aliran udara ini kemudian masuk kedalam test section, dan setelah melewati test section aliran udara terbuang keluar lingkungan.

Keuntungan penggunaan terowongan angin sistem terbuka adalah biaya konstruksi yang rendah dan tidak menimbulkan masalah jika menyalakan motor pembakaran ketika melakukan visualisasi karena udara yang dialirkan dilepas kembali ke lingkungan [6].

Sementara pada *wind tunnel* dengan rangkaian tertutup motor penggerak menghasilkan energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Fan terhubung dengan poros motor penggerak, dan ketika poros penggerak berputar maka fan ikut berputar. Putaran fan menyebabkan aliran udara dengan kecepatan tertentu. Kemudian aliran udara tersebut belok dan diarahkan oleh sudut pengarah, lalu setelah beberapa jarak melewati terowongan, aliran udara tersebut kembali belok dan diarahkan oleh sudut pengarah.

Kemudian aliran udara tersebut masuk ke dalam contraction, dan setelah melewati contraction maka kecepatan aliran udara akan meningkat. Setelah melewati contraction, aliran udara tersebut masuk ke dalam ruang *test section*. Setelah melalui ruang *test section*, aliran udara tersebut masuk ke dalam diffuser, dan setelah melewati diffuser maka kecepatan aliran udara akan turun. Setelah melewati diffuser, aliran

udara tersebut belok dan diarahkan oleh sudut pengarah, lalu setelah beberapa jarak melewati terowongan, aliran udara tersebut kembali belok dan diarahkan oleh sudut pengarah, dan aliran udara tersebut tidak terbuang ke luar lingkungan, melainkan dihisap kembali oleh fan.

Keuntungan terowongan angin sistem tertutup adalah aliran udara dapat dikendalikan dengan baik dan tidak dipengaruhi udara sekitar. Jika laju penggunaan tinggi maka konsumsi energi yang dibutuhkan lebih kecil dibandingkan terowongan angin sistem terbuka. tingkat kebisingan yang sangat rendah sehingga tidak menimbulkan permasalahan lingkungan [6].

Kerucut kontraksi atau *intake* 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.

Intake merupakan bagian masuknya udara luar menuju *test section* yang berfungsi untuk mengatur aliran udara agar tidak terjadi perubahan kecepatan yang mendadak. Pada bagian ini juga biasanya terdapat *honey comb* yaitu semacam *screen* berbentuk jaring-jaring dengan pola sarang lebah (*honey comb*) yang berfungsi untuk meluruskan aliran udara masuk, hal ini sangat mempengaruhi hasil pengukuran model dan sangat mempengaruhi hasil visualisasi aliran.

Intake merupakan pintu masuknya aliran udara yang digerakkan kipas yang berada paling belakang alat terowongan angin. *Intake* dirancang berbentuk seperti corong di mana bagi kerucut atau yang paling belakang ukurannya disesuaikan dengan ruang uji, agar perbedaan ukuran ini dapat menciptakan perubahan laju aliran dimana udara dipaksakan bergerak masuk melalui intake yang ukurannya dibuat lebih besar dari ruang uji.

Pecepatan 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. Turbulensi adalah suatu aliran fluida yang sulit diperkirakan gerakannya dan turbulensi yang tinggi akan mengakibatkan pengukuran tidak akurat [4]. 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 [5].

Melihat pentingnya kerucut kontraksi atau *intake* terhadap percepatan aliran udara dalam ruang uji, dan hingga saat ini penelitian yang dilakukan untuk melihat pengaruh perbedaan intake kontraksi terhadap laju aliran di ruang uji masih minim, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh perubahan bentuk serta ukuran intake terhadap laju aliran pada ruang uji.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen, dimana dalam penelitian ini dilakukan dengan menguji coba pembuatan 3 buah komponen intake atau corong dengan ukuran yang berbeda-beda.

2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian adalah terowongan angin, jitsaw, gerinda, bor tangan, meter, gunting, kater, triplek, kaca mika, dan lem.

2.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan uji
 - 1) Terdiri dari alat dan bahan yang sudah dijelaskan
 - 2) Membuat 3 (tiga) sampel *intake* dengan ukuran yang berbeda-beda yang digunakan untuk melakukan proses penelitian atau juga sebagai objek penelitian
 - 3) Membagi 3(tiga) sampel *intake* yang telah dibuat menjadi *intake* 1, 2, dan 3
 - 4) Intake yang pertama atau 1, 2 dan 3 memiliki panjang, sudut dan tinggi yang berbeda-beda

2. Pengujian

- 1) Pengujian *intake* 1, 2 dan 3
 - a) Pengujian pertama kita menggunakan 1 (satu) sampel *intake* yang telah dibuat pada alat terowongan angin
 - b) Letakan anemometer pada ruang uji untuk mengukur kecepatan angin
 - c) 1 (satu) sampel *intake* dan anemometer dipasangkan pada alat terowongan angin kemudian fan dihidupkan
 - d) Melakukan penelitian baik secara visual maupun terukur dengan menggunakan anemometer yang di letakan pada ruang uji.
 - e) Analisa pertama yaitu analisa secara terukur dengan memperhatikan pencapaian laju aliran angin yang berada di dalam ruang uji, ditunjukkan pada anemometer.
 - f) Catat hasil pengujiannya

2.3 Rumus Perhitungan

Suatu aliran yang dalam kondisi berubah baik kecepatan maupun penampang berubah, aliran dengan parameter alirannya berubah dari waktu ke waktu kondisi ini bisa digambarkan dengan persamaan 1 berikut

$$\frac{dq}{dt} \neq 0 \quad \frac{dh}{dt} \neq 0 \quad \frac{dv}{dt} \neq 0 \quad (1)$$

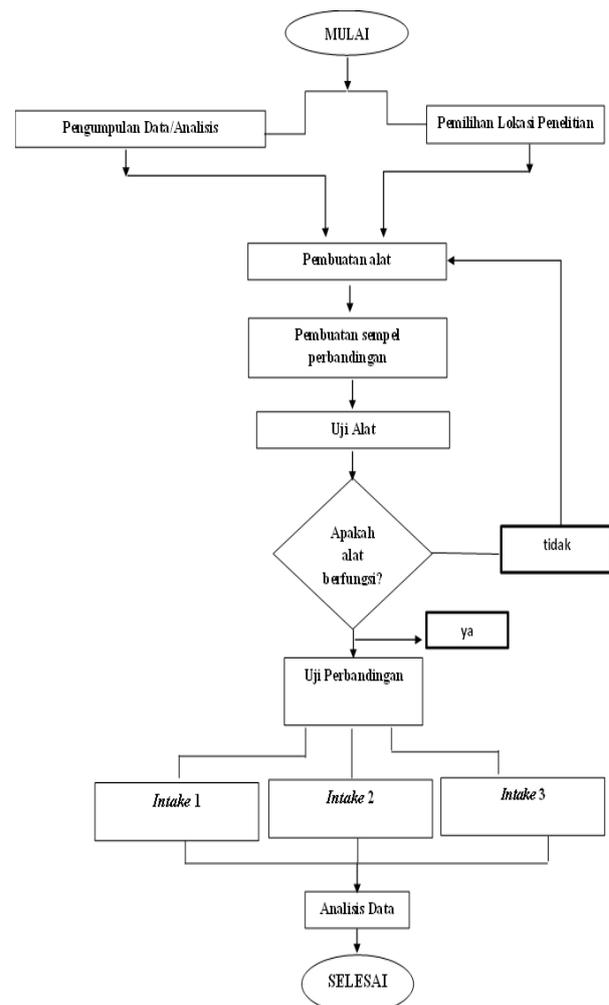
keterangan:

- Q = debit aliran (m/s)
- H= kedalaman aliran (m)
- V= kecepatan aliran (m/s)
- T= waktu (s)

Dari persamaan 1 di atas akan dihitung aliran *non steady* pada ke 3 buah kontraksi corong dengan ukuran berbeda-beda dari satu kontraksi corong ke kontraksi corong lainnya.

2.4 Diagram Alir

Rangkaian aktifitas yang dilakukan dalam penelitian ini untuk mencapai tujuan yang diinginkan dapat dilihat diagram alair pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan skema penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Penentuan Wilayah Kerja Kontraksi Corong

Penentuan wilayah kerja kontraksi corong dilakukan dengan maksud untuk menentukan wilayah atau area pengujian dari perbandingan antara ketiga corong. Langkah ini diambil dengan tujuan untuk mengklasifikasikan area fungsi kerja dari kontraksi corong. penulis menentukan bahwa wilayah kerja kontraksi corong dimulai dari ujung atau mulut kontraksi corong hingga akhir dari pintu ke luar ruang uji, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengukuran wilayah kerja kontraksi corong

3.2 Hasil Pengujian dan Perhitungan

Pengambilan data selama proses pengujian menggunakan alat bantu berupa satu set alat terowongan angin yang terdiri dari screen, corong kontraksi, *honeycomb*, ruang uji, diffuser dan fan. Selama proses pengambilan data ukuran screen akan diubah untuk setiap pengujian corong kontraksi. Sedangkan ukuran *honeycomb* pada pengujian ada pada *honeycomb* satu dengan ukuran yang mengikuti ukuran sebenarnya dari corong kontraksi. Sementara putaran fan, ukuran ruang uji dan ukuran diffuser untuk setiap pengujian dibuat tetap pada putaran 945,2 rpm.

Pengujian untuk masing-masing kontraksi corong diulang sebanyak 3 kali untuk melihat keakuratan data. Data hasil pengujian disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian dan Spesifikasi Corong Kontraksi

Corong Kontraksi	Variabel Pengujian					Hasil Pengujian
	Putaran fan	Screen	Honeycomb	Ruang Uji	Diffuser	
P : 50 cm L: 50 cm T : 50 cm	945,2 rpm	P: 7 cm L: 50 cm T: 50 cm Lpsn: 3 buah	P: 9 cm L: 50 cm T: 50 cm	P: 55 cm L: 25 cm T: 25 cm	P: 55 cm L: 45 cm T: 45 cm	4,3 m/s – 4,4 m/s
P : 55 cm L: 55 cm T : 55 cm	945,2 rpm	P: 7 cm L: 55 cm T: 55 cm Lpsn: 3 buah	P: 6 cm L: 25 cm T: 25 cm	P: 55 cm L: 25 cm T: 25 cm	P: 55 cm L: 45 cm T: 45 cm	4,6 m/s – 4,7 m/s
P : 60 cm L: 60 cm T : 60 cm	945,2 rpm	P: 7 cm L: 60 cm T: 60 cm Lpsn: 3 buah	P: 6 cm L: 25 cm T: 25 cm	P: 55 cm L: 25 cm T: 25 cm	P: 55 cm L: 45 cm T: 45 cm	4,7 m/s – 4,8 m/s

3 buah

Ket: P = Panjang, L = Lebar, T = Tinggi, Lpsn = Lapisan

Berdasarkan data yang disajikan dalam tabel 1 di atas terlihat bahwa dalam proses pengujian corong kontraksi 1 dengan ukuran awal P = 50 cm, L = 50 cm dan T = 50 cm diperoleh hasil pengujian sebesar 4,3 m/s – 4,4 m/s dengan putaran kipas 945,2 Rpm. Dari data hasil pengujian dengan kecepatan putaran kipas yang sama 945,2 rpm terlihat setiap kenaikan 5 cm ukuran corong kontraksi akan menghasilkan hasil pengujian yang semakin meningkat, dimana hasil pengujian corong kontraksi 2 sebesar 4,6 m/s–4,7 m/s dan hasil pengujian corong kontraksi 3 sebesar 4,7 m/s–4,8 m/s. Lebih lanjut dari table 1 di atas, terlihat bahwa pada corong kontraksi 1 memiliki ukuran *honeycomb* yang berbeda dari corong kontraksi ke 2 dan ke 3. Hal ini disebabkan oleh adanya variasi posisi *honeycomb*.

Data hasil pengujian yang telah diperoleh pada Tabel 1, selanjutnya akan dicari besarnya nilai aliran *non steady*. Hasil perhitungan pengaruh perbedaan ukuran *intake* kontraksi pada ruang uji ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Pengaruh Perbedaan Ukuran Intake

No	Laju Aliran <i>Non Steady</i>	Hasil Perhitungan
1	Kontraksi Ukuran 1	11,466 m ³ / s
2	Kontraksi Ukuran 2	12,266 m ³ / s
3	Kontraksi Ukuran 3	12,533 m ³ / s

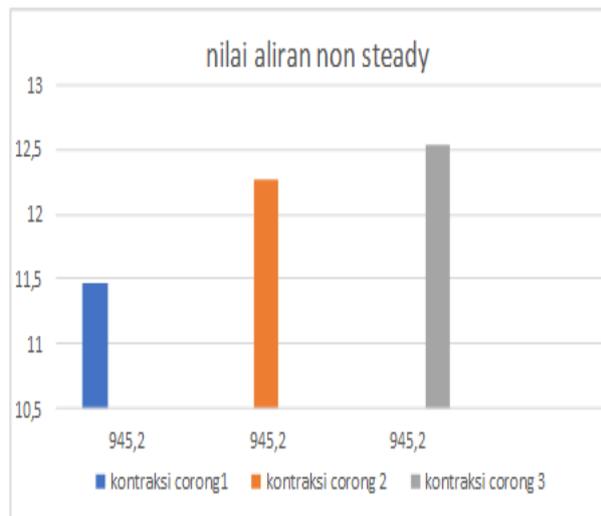
Dari Tabel 2 di atas menjelaskan tentang hasil perhitungan laju aliran *non steady* pada tiap variasi ukuran kontraksi. Dimana dari persamaannya, laju kecepatan steady berbanding lurus dengan semakin besarnya ukuran kontraksi. Berdasarkan hasil perhitungan terlihat bahwa laju aliran steady mengalami peningkatan berdasarkan kontraksi ukuran.

Aliran yang berada di dalam sistem terowongan angin ini bersifat aliran steady, atau aliran yang bersifat lunak. Dimana pada satu titik di terowongan angin ini memiliki perbedaan kecepatan, dan ini terjadi pada luas penampang bagian belakang kontraksi corong yang berhubungan langsung dengan ruang uji. Perbedaan ukuran antar ruang uji dengan kontraksi corong yang menciptakan perbedaan kecepatan aliran pada satu titik tertentu dan nilai aliran steady yang paling tinggi berada pada model kontraksi corong 3 dengan nilai sebesar 12,533 m³/s dan nilai aliran steady terkecil berada pada kontraksi corong 1 dengan nilai sebesar 11,466 m³/s.

3.3 Pembahasan

Perbedaan ukuran antar ruang uji dengan kontraksi corong yang menciptakan perbedaan kecepatan aliran pada satu titik tertentu dan nilai aliran steady yang paling tinggi berada pada model kontraksi corong 3 dengan nilai sebesar 12,533 m³/s dan nilai aliran steady terkecil berada pada kontraksi corong 1 dengan nilai sebesar 11,466 m³/s.

Hal ini membuktikan bahwa ukuran kontraksi corong berbanding lurus dengan meningkatnya nilai aliran steady. Serta pengaruh ukuran kontraksi corong berada pada kecepatan laju aliran angin yang masuk melalui mulut kontraksi corong, semakin besar atau bertambah ukuran kontraksi corong semakin bertambah juga kecepatan aliran angin yang mengalir ke dalam sistem terowongan angin mulai dari kontraksi hingga ke dalam ruang uji, ini diakibatkan oleh perbedaan luas penampang antar kontraksi corong dan juga ruang uji.



Gambar 3. Grafik Nilai Aliran *Non-Steady*

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai aliran *non-steady* yang tertinggi berada pada kontraksi corong ketiga dan yang paling rendah berada pada kontraksi corong kesatu. Hal ini diakibatkan oleh perbedaan ukuran kontraksi corong yang pertama kedua dan yang ketiga, disetiap perbedaan ukuran kontraksi corong memiliki nilai sebesar 5 cm maka perbedaan kontraksi corong 1 dan tiga memiliki nilai sebesar 10 cm dan jika dilihat dari grafik di atas bahwa perbedaan nilai *non-steady* dari kontraksi corong kedua dan ketiga yang hanya memiliki perbedaan ukuran sebesar 5 cm tidaklah begitu jauh di bandingkan dengan perbedaan nilai aliran *non-steady* kontraksi corong 1 dan 3.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan hasil perhitungan diperoleh kontraksi corong 1 dengan nilai sebesar $11,466 \text{ m}^3/\text{s}$, kontraksi corong 2 dengan nilai sebesar $12,266 \text{ m}^3/\text{s}$, dan kontraksi corong 3

dengan nilai sebesar $12,533 \text{ m}^3/\text{s}$. Hasil ini menunjukkan bahwa ukuran kontraksi mempengaruhi laju aliran angin di dalam ruang uji. Dimana perubahan ukuran kontraksi akan terjadi peningkatan terhadap laju aliran angin, yang disebabkan semakin bertambahnya ukuran luas penampang kontraksi sehingga area penampungan atau area aliran angin yang akan bergerak menuju ruang uji bertambah besar atau luas.

Daftar Rujukan

- [1] Agni, M., Kirom, M.R. and Bethaningtyas, H., 2015. Analisis Kinerja Terowongan Angin Subsonik Dengan Menggunakan Contraction Cone Polinomial Orde 5. eProceedings of Engineering, 2(3).
- [2] Risnawan, N., Yohanes, F.A., Sunarno, S., Novianti, H. and Feriadi, Y., 2019. Pengukuran Kualitas Kecepatan Angin pada Terowongan Angin di ILST BBTA3. Journal of Aero Technology, 2(1).
- [3] Siregar, A.M., 2016. Rancang bangun wind tunnel sederhana untuk alat pendukung studi eksperimental. Mekanik: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 2(2).
- [4] Setyawan, D. L., Mulyadi, S., Sholahudin, I., Rosyadi, A. A., & Asrofi, M. 2022. analisis pengaruh jumlah sudu terhadap unjuk kerja blower sentrifugal type back ward dengan honeycomb dan tanpa honeycom. STATOR: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 5(2), 57-60.
- [5] Yuniarsih, N. and Rossbandrio, W., 2015. Pengembangan Terowongan Angin Kecepatan Rendah (Low Speed Wind Tunnel) Untuk Tujuan Edukatif di Politeknik Negeri Batam. Jurnal Integrasi, 7(1), pp.19-22.
- [6] Agni, M., Kirom, M. R., & Bethaningtyas, H. 2015. Analisis Kinerja Terowongan Angin Subsonik Dengan Menggunakan Contraction Cone Polinomial Orde 5. eProceedings of Engineering, 2(3).
- [7] Fakhruhozi, A.J. and Mulyadi, M., 2021. Airflow Pattern Simulation in Open Type Wind Tunnel with Test Section 40 cm X 40 cm X 80 cm. Indonesian Journal of Innovation Studies, 13, pp.10-21070.
- [8] Jihad, B.H. and Priadi, D., 2011. Desain Alat Uji Nosel Dengan Menggunakan Prinsip Terowongan Angin Supersonik. Jurnal Teknologi Dirgantara, 9(1).
- [9] Idris, I.M., 2019. Rancang Bangun Terowongan Angin (Wind Tunnel) Tipe Subsonic Dengan Test Section 0, 2 X 0, 2 M Untuk Alat Peraga Mekanika Fluida. Mechnonversio: Mechanical Engineering Journal, 2(2), pp.19-24.
- [10] Hidayat, M.F. and Xaverius, F., 2022. Rancang Bangun Terowongan Angin Kecepatan Rendah Tipe Terbuka Sederhana dengan Smoke Generator Sebagai Visualisasi Aliran Udara Untuk Alat Pratikum. Jurnal Kajian Teknik Mesin, 7(2), pp.63-72.