

Pengaruh Diameter Venturi Terhadap *Preassure Drop* Aliran Laminar

[Effect of Venturi Diameter on *Preassure Drop* in Laminar Flow]

Zanjefry Habibindra¹⁾, Ali Akbar²⁾

^{1),2)} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: aliakbar@umsida.ac.id

Abstract. This research uses an experimental method to determine the Pressure Drop coefficient that occurs in Venturi pipes with specimen ratios 1, 2, and 3 on acrylic tube diameters of 0.4:2.54, 0.8:2.54, and 12:2.54. By knowing the Pressure Drop found in the three acrylic pipes, we will know how much pressure drop will occur. To find the Pressure Drop value, the working fluid is flowed with a flow rate of 0.00002167m³/s, 0.00025m³/s, and 0.00041m³/s at a flow rate per minute in the venturi pipe and Flowmeter flow measuring instrument. The pressure that occurs on the inlet side (D1) and the outlet side of the Venturi pipe (D2) will be measured by a U manometer. Then, from the pressure difference that occurs for each flow discharge, the Pressure Drop value is calculated. From the results of this research, it was found that the greater the discharge, the smaller the Pressure Drop coefficient, because the greater the discharge, the greater the fluid velocity. The Pressure Drop values in specimens 1, 2, and 3 produce, the smaller the flow rate, the greater the drop in fluid pressure which can be seen from the final results on the U manometer.

Keywords – Pressure Drop, Acrylic Diameter Comparison, Venturi.

Abstrak. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan untuk mengetahui koefisien *Preassure Drop* yang terjadi pada pipa Venturi dengan perbandingan spesimen 1, 2, dan 3 pada diameter tabung akrilik 0,4:2,54, 0,8:2,54, dan 12:2,54. Dengan mengetahui *Preassure Drop* yang terdapat pada tiga akrilik pipa tersebut, maka kita akan mengetahui seberapa besar penurunan tekanan yang akan terjadi. Untuk mencari nilai *Preassure Drop*, maka fluida kerja dialirkan dengan debit sebesar 0,00002167m³/s, 0,00025m³/s, dan 0,00041m³/s pada kecepatan aliran per-menit dalam pipa venturi dan alat ukur debit Flowmeter. Tekanan yang terjadi pada sisi masuk (D1) dan sisi keluar pipa (D2) Venturi akan diukur oleh manometer U. Kemudian dari perbedaan tekanan yang terjadi untuk masing-masing debit aliran dihitung nilai *Preassure Drop*nya. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa semakin besar debit yang dialirkan, maka semakin kecil koefisien *Preassure Drop*nya, dikarenakan semakin besar debit maka semakin besar pula kecepatan fluida. Nilai *Preassure Drop* pada spesimen 1, 2, dan 3 menghasilkan, semakin kecil debit aliran, semakin besar penurunan pada tekanan fluida dapat dilihat dari hasil akhir pada manometer U.

Kata Kunci – *Preassure Drop*, Perbandingan Diameter Akrilik, Venturi.

I. PENDAHULUAN

Energi yaitu suatu konsep dasar pada ilmu fisika, yang berkaitan dengan segala aspek dalam kehidupan. Salah satunya yaitu energi tekanan fluida. Energi fluida berperan penting dalam kehidupan sehari-hari, khususnya pada air yang bilamana banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, contohnya seperti memasak, mandi, cuci pakaian, dan cuci kendaraan[1]. Pendistribusian air melibatkan berbagai sistem, infrastruktur, dan teknologi untuk memastikan pasokan air yang aman, bersih, dan efisien kepada masyarakat. Agar dapat memindahkan air dari tempat satu ke tempat yang lain membutuhkan pompa untuk mendorong fluida[2].

Salah satunya dengan menggunakan kinerja pada pompa sentrifugal untuk pendistribusian air [3]. Dalam penggunaan pompa sangat diperlukan tekanan untuk memenuhi kinerja dari pompa tersebut, yang mengakibatkan tekanan fluida akan terisap masuk dan mengeluarkannya pada sisi tekan ataupun sisi keluar pada tekanan yang lebih tinggi untuk mengatasi *head and Preassure Drop* pada sistem perpipaan[4].

Cara kerja "*head*" and "*Preassure Drop*" dalam sistem perpipaan berkaitan erat dengan bagaimana energi dalam aliran fluida pada pipa faktanya fluida mengalami penurunan pada tekanan, bersamaan pada panjang pipa yang aliri fluida tersebut. Penurunan tekanan dalam pipa merupakan peran penting untuk mengetahui guna merakit sistem perpipaan [5]. Hilangnya sumber energi paling besar dari aliran air dalam pipa merupakan dampak dari goresan yang terjadi pada air dan dinding dalam pipa. Kekasaran pada permukaan pipa, Panjang, diameter pipa, jenis fluida, kecepatan, sambungan pipa, belokan, katup, dan termasuk pipa belokan 45°-90° [6], serta wujud aliran yang sangat berkaitan pada turunnnya tekanan energi tersebut [7].

Dalam dunia teknik fluida, Venturi merupakan salah satu perangkat yang digunakan untuk mengukur aliran fluida. Venturi memiliki desain yang memungkinkan pengukuran aliran dengan akurasi tinggi [8]. Salah satu parameter penting yang memengaruhi kinerja Venturi adalah diameter dari bagian pengkerutnya. Dalam aliran laminar, pengaruh diameter Venturi terhadap *Preassure Drop* (penurunan tekanan) merupakan hal yang penting untuk dipahami [9].

Aliran laminar adalah jenis aliran fluida di mana partikel-partikel fluida mengalir dalam lapisan-lapisan yang teratur dan tidak ada pencampuran antar lapisan [10]. Pada aliran laminar, gaya gesek antara partikel-partikel fluida dan dinding pipa menjadi dominan. *Preassure Drop* merupakan penurunan tekanan yang terjadi ketika fluida mengalir melalui suatu konduktor, seperti pipa atau Venturi. Penurunan tekanan ini disebabkan oleh adanya hambatan-hambatan yang dihadapi oleh fluida dalam mengalir [11].

Diameter Venturi memiliki pengaruh langsung terhadap *Preassure Drop* dalam aliran laminar. Secara umum, semakin besar diameter Venturi, semakin kecil *Preassure Drop* yang terjadi. Ketika diameter Venturi diperbesar, luas penampang aliran fluida juga meningkat. Akibatnya, kecepatan aliran fluida menurun sesuai dengan hukum kontinuitas, yang menyatakan bahwa aliran massanya konstan dalam sebuah sistem tertutup [12]. Dengan demikian, penurunan kecepatan ini mengurangi gaya gesek antara fluida dan dinding pipa, sehingga mengurangi *Preassure Drop* secara keseluruhan. Selain itu, dengan peningkatan diameter Venturi, profil kecepatan aliran fluida juga menjadi lebih merata, mengurangi gradien tekanan sepanjang Venturi. Hal ini mengurangi kerugian energi yang terjadi dalam aliran fluida, sehingga *Preassure Drop* lebih rendah [13].

"Venturi" adalah perubahan tekanan yang terjadi dalam aliran fluida ketika mengalir melalui suatu konstiksi atau penyempitan. Untuk Penelitian ini metode yang saya terapkan menggunakan material akrilik[7] berbentuk tabung dengan 3 variasi yaitu Spesimen1 (4 mm), Spesimen2 (8 mm), Spesimen3 (12 mm).

Hal Ini menciptakan dengan meningkatnya kecepatan aliran, tekanan statik fluida akan berkurang. Kemudian, ketika fluida melewati bagian pelebaran, kecepatan aliran akan berkurang dan tekanan statik akan meningkat kembali.

II. METODE

A. Tempat Dan Waktu Penelitian

Dalam penelitian dan pengujian ini dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dengan memaksimalkan pemahaman tentang analisa Pengaruh Diameter Venturi Terhadap *Preassure Drop* Aliran Laminar yang bereaksi pada kinerja perpipaan sebagaimana riset ini diaplikasikan dengan perancangan instalasi perpipaan dengan variasi Venturi pada uji perpipaan dengan aliran laminar[14].

B. Desain Eksperimen

Pada Proses pembuatan sebuah alat diperlukan desain untuk konsep benda kerja dengan tujuan agar perancangan alat dapat membuat alat dengan mudah untuk menjalankan pekerjaan yang dilakukan oleh perancang. Dibawah ini merupakan rancangan desain tabung akrilik.

1. Desain tabung Akrilik dah hasil jadi



Gambar 1. Desain Tabung Akrilik dan hasil pembuatan

C. Prinsip Kerja Venturi

Prinsip kerja Venturi pada tekanan fluida didasarkan pada prinsip Bernoulli dan hukum kontinuitas. Prinsip ini menjelaskan bahwa ketika aliran fluida mengalir melalui suatu konstiksi atau penyempitan, kecepatan aliran meningkat sedangkan tekanan statiknya menurun, dan sebaliknya ketika aliran melewati bagian yang melebar, kecepatan aliran menurun sedangkan tekanan statik meningkat [15]. Rumus yang digunakan untuk menghitung laju aliran fluida melalui Venturi didasarkan pada perbedaan tekanan antara bagian pengkerut (P1) dan bagian pelebaran (P2) Venturi. Persamaan umum yang digunakan adalah:

1. Perbedaan Tekanan Venturi

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

Dimana:

- ΔP adalah perbedaan tekanan antara bagian pengkerut dan bagian pelebaran Venturi
- P_1 adalah tekanan di bagian pengkerut Venturi
- P_2 adalah tekanan di bagian pelebaran Venturi

2. Debit aliran Flowmeter

Debit aliran dalam konteks flowmeter mengacu pada jumlah atau laju aliran fluida yang diukur atau dipantau oleh flowmeter pada suatu titik dalam sistem perpipaan atau saluran. Flowmeter adalah alat pengukur yang digunakan untuk mengukur debit aliran fluida yang mengalir melalui pipa atau saluran mekanis.

– Pengukuran debit:

- $Q = \frac{V}{T}$

Keterangan:

V = Volume (liter/detik)

Q = Debit (dm^3/jam)

T = Waktu (detik)

3. Tekanan manometer U pada setiap spesimen

– Pengukuran tekanan

- $P = \rho \cdot g \cdot h$

Keterangan:

P= adalah tekanan pada titik ukur (N/m^2)

ρ = adalah kerapatan fluida (kg/m^3)

g= adalah percepatan gravitasi (sekitar $9,81 \text{ m/s}^2$)

h= adalah tinggi kolom fluida pada manometer U (dalam meter)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Persiapan Alat

Pada penelitian ini pembuatan alat Ratio Luasan Venturi yang terhubung dengan manometer U dan Flowmeter ini harus dipersiapkan terlebih dahulu komponennya agar mendapatkan hasil yang efisien dan maksimal seperti dibawah ini:

1. Material Spesimen

Akrilik model tabung adalah bahan spesimen yang digunakan dalam penelitian ini. Sesuai dengan banyaknya proses dengan tiga kali pengujian pada 3 pasang spesimen sehingga total menjadi 9 kali pengujian pada spesimen dengan variasi:

- Spesimen 1 : Venturi (4mm) x D2 (2.54mm)
- Spesimen 2 : Venturi (8mm) x D2 (2.54mm)
- Spesimen 3 : Venturi (12mm) x D2 (2.54mm)



Gambar 2. Spesimen Akrilik

2. Flowmeter

Flowmeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran fluida dalam suatu sistem. Pada aliran laminar, yang ditandai dengan aliran yang teratur dan tidak bercampur, karakteristik dari penggunaan flowmeter bisa sedikit berbeda dibandingkan dengan pada aliran turbulen[9].



Gambar 3. *flowmeter*

3. Dinamo Single Phase

Dinamo pada pompa berperan sebagai sumber energi untuk menggerakkan impeller atau elemen penggerak dalam pompa. Fungsi utama dinamo dalam pompa adalah mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang diperlukan untuk mengalirkan cairan atau fluida melalui sistem perpipaan.

Spesifikasi:

Jenis	: pompa sentrifugal
RPM	: 1400/min
Tekanan	: 50Hz
Tenaga	: 1,5 HP
Daya listrik	: 220V



Gambar 4. *Dinamo Single Phase*

4. Pompa sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah jenis pompa dinamis yang menggunakan prinsip gaya sentrifugal untuk memompa cairan. Fungsi utama dari pompa sentrifugal adalah untuk mengalirkan cairan dari satu lokasi ke lokasi lainnya dengan meningkatkan tekanan dan kecepatan aliran.

Spesifikasi:

Type	: 1,5 BA/6
Kapasitas	: 11M ³
Kecepatan	: 2900RPM
Engine power	: 1,5 HP



Gambar 5. *pompa sentrifugal*

B. Proses Pengujian Venturi

Pengujian spicemen uji venturi kali ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Berikut Spesifikasi alat uji yang dipakai adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Alat uji Venturi

Pada percobaan tiga benda proses uji venturi. Metode ini sesuai dengan percobaan yang telah ditentukan. Langkah-langkah untuk proses uji venturi adalah sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukannya tahap pengujian pasang terlebih dahulu pipa akrilik pada sambungan pipa 1dim lalu kencangkan water mur dan pastikan tidak ada kebocoran.



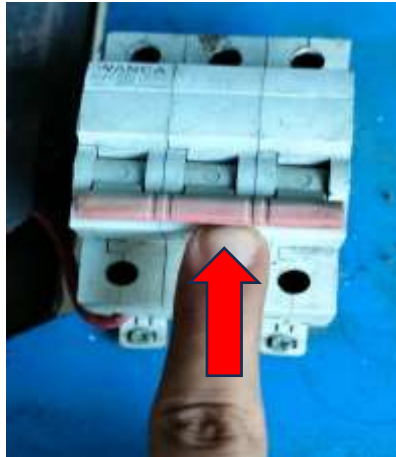
Gambar 7. pemasangan spesimen

2. Pastikan Katup/ kran air kondisi lurus (terbuka) pada saat pengujian berlangsung agar tidak terjadi hambatan. Selain itu fungsi dari katup air sebagai menyumbat aliran air pada saat penggantian spesimen, agar air yang berada didalam pipa tidak tumpah.



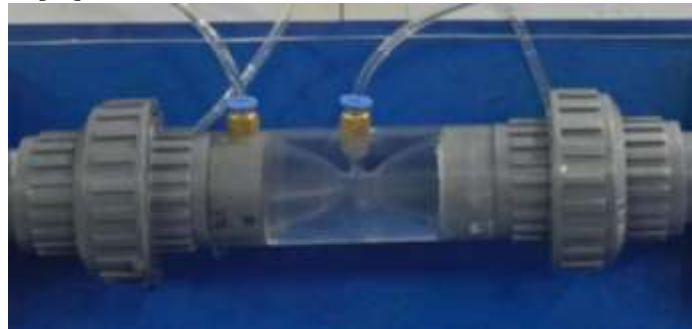
Gambar 8. katup/kran air

3. Jika sudah dipastikan semua aman, langkah selanjutnya yaitu menyalakan saklar (ON) dengan cara menggeser ke atas



Gambar 9. Saklar ON/OFF

4. Jika sudah dipastikan kondisi menyala dan tidak mengalami kebocoran. Lihatlah air yang mengalir dalam pipa akrilik tersebut[10].



Gambar 10. Uji specimen yang dialiri air

5. langkah selanjutnya yaitu menganalisis data melalui manometer U pada milimeterblok yang telah di siapkan.



Gambar 11. Uji manometer U pada milimeterblok

6. Langkah yang terakhir yaitu melihat rugi-rugi aliran melalui flowmeter yang di sambung pada pertengahan pipa i dim dengan jarak waktu selama 1 menit.



Gambar 12. Flowmeter

C. Hasil data pengujian venturi

1. Rugi-rugi aliran headloss

- Mengacu pada manometer U yang diamana rumus tersebut:

Spesimen 1

Diketahui:

$$\Delta h_1 = 158$$

$$\Delta h_2 = 101$$

Δh = Ditanya

Jawab:

- $\Delta h = \Delta h_2 - \Delta h_1$
 $\Delta h = 158 - 101$
 $= 57 \text{ mm}$

Spesimen 2

Diketahui:

$$\Delta h_1 = 187$$

$$\Delta h_2 = 82$$

Δh = Ditanya

Jawab:

- $\Delta h = \Delta h_2 - \Delta h_1$
 $\Delta h = 187 - 82$
 $= 105 \text{ mm}$

Spesimen 3

Diketahui:

$$\Delta h_1 = 176$$

$$\Delta h_2 = 155$$

Δh = Ditanya

Jawab:

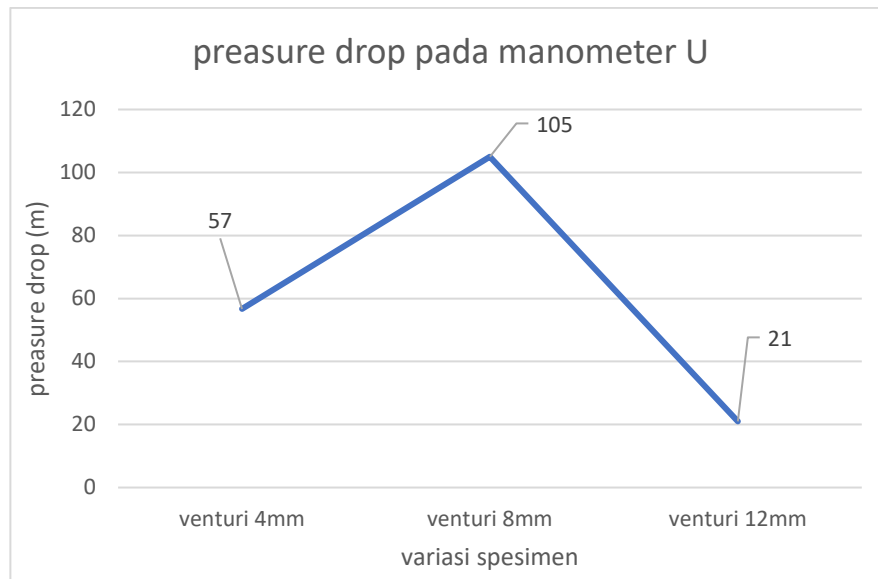
- $\Delta h = \Delta h_2 - \Delta h_1$
 $\Delta h = 176 - 155$
 $= 21 \text{ mm}$

Tabel 1. Hasil data dari pengujian rugi-rugi aliran headloss terhadap setiap pengujian spesimen

Hasil Data Spesimen (m ³) Pada Manometer Meter U						
Pengujian	Venturi 4 mm		Venturi 8 mm		Venturi 12 mm	
	Δh_2	Δh_1	Δh_2	Δh_1	Δh_2	Δh_1
1.	133	101	187	87	178	156
2.	169	102	188	76	176	155
3.	172	101	186	83	175	155
Rata-rata	158	101	187	82	176	155
Δh	57		105		21	

Untuk memudahkan pembacaan data hasil rata-rata pengujian masing-masing Spesimen dapat dilihat pada grafik Gambar dibawah ini

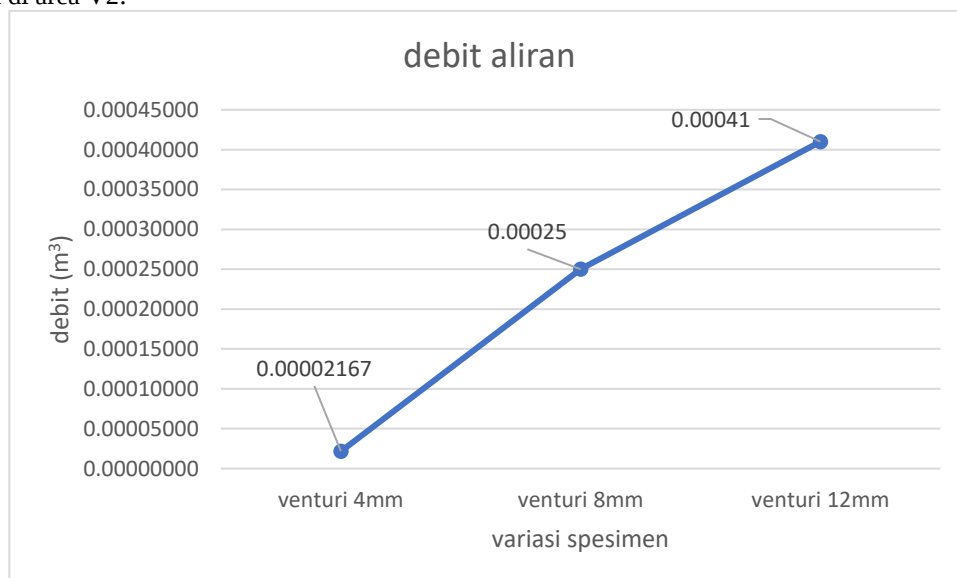
Dibawah ini adalah penjelasan pada setiap spesimen:



Gambar 13. Headloss Venturi

2. Hasil Perhitungan aliran laminar

Pada hasil dari perhitungan aliran laminar didapat dari kecepatan aliran di area V1 dikurangi kecepatan aliran di area V2:



Gambar 14. Aliran laminar

IV. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh Diameter venturi terhadap preasur drop Aliran Laminar yaitu ketika diameter saluran secara tiba-tiba membesar, aliran fluida mengalami penurunan tekanan dan peningkatan kecepatan secara tiba-tiba saat memasuki bagian yang lebih luas dari saluran akrilik. Dengan menggunakan metode: rugi-rugi aliran head loss dan yang terakhir perhitungan aliran laminar maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan tiga spesimen, Rugi-rugi aliran pada headlosses aliran laminar mendapatkan hasil 57mm, 105mm, 21mm. Ketiga nilai tersebut mengindikasikan adanya kerugian energi dalam aliran fluida yang dapat mempengaruhi kinerja sistem. Oleh karena itu, pentingnya untuk meminimalkan preasur drop dalam desain dan pengoperasian sistem aliran fluida untuk meningkatkan efisiensi.
2. Untuk mendapatkan hasil uji aliran laminar kita mengambil dari hasil perhitungan debit aliran serta luasan pada D1 D2 di setiap spesimen. Yang menghasilkan 0,00002167m³/s, 0,00025m³/s, 0,00041m³/s

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat serta rekan aslab, rekan himpunan, maupun teman teman seperjuangan yang telah membantu untuk menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] F. Maulana dan W. Sujana, "Analisa Variasi Foot Valve Dan Jatuh Air Terhadap Karakteristik Pada Pompa Sentrifugal," *J. Flywheel*, vol. 12, no. 2, hal. 10–13, doi: 10.36040/flywheel.v12i2.4277. 2021.
- [2] D. A. Dwi Hersandi dan I. M. Arsana, "Pengaruh Jenis Fluida Pendinginan Terhadap Kapasitas Radiator Pada Sistem Pendinginan Mesin Daihatsu Xenia 1300Cc," *J. Pendidik. Tek. Mesin UNESA*, vol. 6, no. 03, hal. 41–52, 2019.
- [3] A. Ghurri, "Dasar-Dasar Mekanika Fluida," *Dasar-Dasar Mek. Fluida*, hal. 1, [Daring]. Tersedia pada: https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_1_dir/2e54aeb12421ee1a17c35e14ba49cb23. 2021.
- [4] I. Eka Putra, S. Sulaiman, dan A. Galsha, "Analisa Rugi Aliran (Head Losses) pada Belokan Pipa PVC," hal. 34–39, doi: 10.21063/pimimd4.2017.34-39. 2022.
- [5] Zaitul Mardini, "Pengaruh Losses / Preassure Drop Pada Sistem Perpipaan Header Pompa Dalam Menentukan Spesifikasi Pengadaan Pompa Distribusi," *J. Rekayasa*, vol. 11, no. 2, hal. 183–192, doi: 10.37037/jrftsp.v11i2.83. 2022.
- [6] C. Mujib, "Analisis Penurunan Tekanan Melalui Venturi Untuk Aliran Satu Fase," *Sci. Eng. Natl. Semin.*, vol. 6, no. Sens 6, hal. 21–30, 2021.
- [7] R. Restiandi, P. Gearry, H. Ludyati, J. T. Elektro, P. N. Bandung, dan K. Kunci, "Implementasi Material Akrilik Termodifikasi pada Antena Mikrostrip Artifisial Persegi untuk BTS Mini," hal. 26–27, 2020.
- [8] H. Kusumaningsih, W. Wijayanti, D. Widhiyanuriyawan, dan M. Fauzi, "Analisa Preassure Drop Dan Pola Aliran Dua Fase (Air-Udara) Pada Pipa Horisontal Melalui Orifice," *J. Tek. mesin untirta*, vol. IV, no. 2, hal. 14–22, 2019.
- [9] D. G. H. Pardede dan A. M. Purba, "Vortex dan Differensial Pressure," hal. 0–4, 2023.
- [10] J. T. Mesin, F. Teknik, dan U. Tadulako, "KERUGIAN-KERUGIAN PADA PIPA LURUS," 2023.
- [11] Subkhan, M. F., & Mulyadi, M. Confirmation Experiment of Friction Stir Welding Process on Aluminum Alloy Aa-6061-T6561 on Tensile Strength and Weld Penetration: Eksperimen Konfirmasi Proses Friction Stir Welding pada Material Alumunium Alloy Aa-6061-T6561 Terhadap Kekuatan Tarik dan Penetrasi Las. 2023.
- [12] Z. N. Jofalo And P. H. Tjahjanti, "Analisa Laju Penembusan Korosi Pada Baja Karbon Rendah Dengan Coating Aluminium Analysis Of Corrosion Breakdown Rate In Low Carbon Steel With Aluminum Coating," Vol. 1, No. 1, 2021.
- [13] T. Cahyono And P. H. Tjahjanti, "Analisa Pengelasan Tungsten Inert Gas (Tig) Pada Material Titanium (Ti-6al-4v)," No. 2, Pp. 1–13, 2024.
- [14] W. Edi, and P. H. Tjahjanti. "Characterization of sansevieria fiber with NaOH alkalization to increase tensile strength." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 1104. No. 1. IOP Publishing, 2022.
- [15] Tjahjanti, P. H., Iswanto, I., Widodo, E., & Pamuji, S. Examination of Thermoplastic Polymers for Splicing and Bending. Nano Hybrids and Composites, 38, 87-97. 2023.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.