



PENGARUH KECEPATAN ALIRAN UDARA TERHADAP PENURUNAN TEKANAN PADA SALURAN PIPA 3 INCI

Boni Junita^{a*}, Ambo Intang^{a*}, Satim Ependi^a, Rusnadi^a

^aProgram Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Tamansiswa Palembang, Jalan Taman Siswa No.261, Kota Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

*Corresponding authors at: bonijunita21@gmail.com (Boni), ambo.intang@gmail.com (B. Ambo) Tel.: +62857-5816-7070

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada 11 Januari 2024

Direvisi pada 19 Januari 2024

Disetujui pada 31 Januari 2024

Tersedia daring pada 02 Maret 2024

Kata kunci:

Tekanan, penurunan tekanan, kecepatan aliran, pipa, udara.

Keywords:

Pressure, pressure drop, flow velocity, pipe, air.

ABSTRAK

Penurunan tekanan merupakan salah satu masalah utama dalam suatu proses, karena jika penurunan tekanan yang terjadi tinggi maka energi yang di perlukan akan lebih banyak. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap variabel yang mempengaruhi penurunan tekanan udara sepanjang aliran pada pipa seperti gesekan antara udara dan dinding pipa. Peralatan pada penelitian ini berupa pipa besi diameter 3 inci, panjang 550 cm dan tebal 2 mm. Pipa besi ini memiliki 10 titik pengukuran tekanan P1 sampai P10 dengan jarak 53 cm setiap titiknyanya, serta terdapat alat pengatur udara dan katup pengatur aliran udara bukaan katup 40°, 60° dan 90°. Hasil penelitian menunjukkan jika titik tekanan P10 memiliki nilai tekanan tertinggi pada setiap kecepatan laju alir udara dan pada titik tekanan P1 memiliki nilai tekanan paling rendah bahkan untuk seluruh variasi kecepatan laju alir udara. Tekanan tertinggi terdapat pada titik tekanan P10 adalah sebesar 101,798 Pa pada variasi kecepatan laju alir udara sebesar 20 m/s dan terendah pada variasi kecepatan laju alir udara 13 m/s dengan tekanan 101,384 Pa pada P1. Penurunan tekanan udara pada setiap titik tekanan memiliki nilai yang tidak besar yaitu 7,472 Pa hingga 74,326 Pa. Kecepatan laju alir udara akan mempengaruhi nilai penurunan tekanan karena adanya variasi kecepatan laju alir udara. Tingkat penurunan tekanan udara terjadi karena gesekan pada dinding pipa besi. Jarak antar titik tidak menjadi pengaruh karena jarak titik tekan tidak terlalu jauh, sehingga terjadi peningkatan tekanan udara pada sisi hisap aliran udara dan hasilnya nilai penurunan tekanan terlalu signifikan.

ABSTRACT

Pressure drop is one of the most significant issues that can arise throughout a process. This is due to the fact that if the pressure drop that takes place is significant, then the amount of energy that is required will also be greater. In this study, observations were made of variables that affect air pressure drop along the flow in pipes such as friction between air and pipe walls. The equipment in this study is a 3-inch diameter iron pipe, 550 cm long and 2 mm thick. This iron pipe has 10 pressure measurement points P1 to P10 with a distance of 53 cm at each point, and there is an air regulator and an air flow regulator valve opening 40°, 60° and 90°. The results showed that the P10 pressure point had the highest-pressure value at each air flow rate speed and at the P1 pressure point had the lowest pressure value even for all variations in air flow rate speed. The highest absolute pressure found at pressure point P10 is 101.798 Pa at a variation of air flow rate speed of 20 m/s and the lowest at a variation of air flow rate speed of 13 m/s with an absolute pressure of 101.384 Pa at P1. The decrease in air pressure at each pressure point has a value that is not large, namely 7.472 Pa/m to 74.326 Pa/m. The speed of the air flow rate will affect the value of the pressure drop due to variations in the speed of the air flow rate. The level of air pressure drop occurs due to friction on the iron pipe wall. The distance between points is not an influence because the distance of the pressure point is not too far away, so there is an increase in air pressure on the suction side of the air flow and the result is that the pressure drop value is too significant.

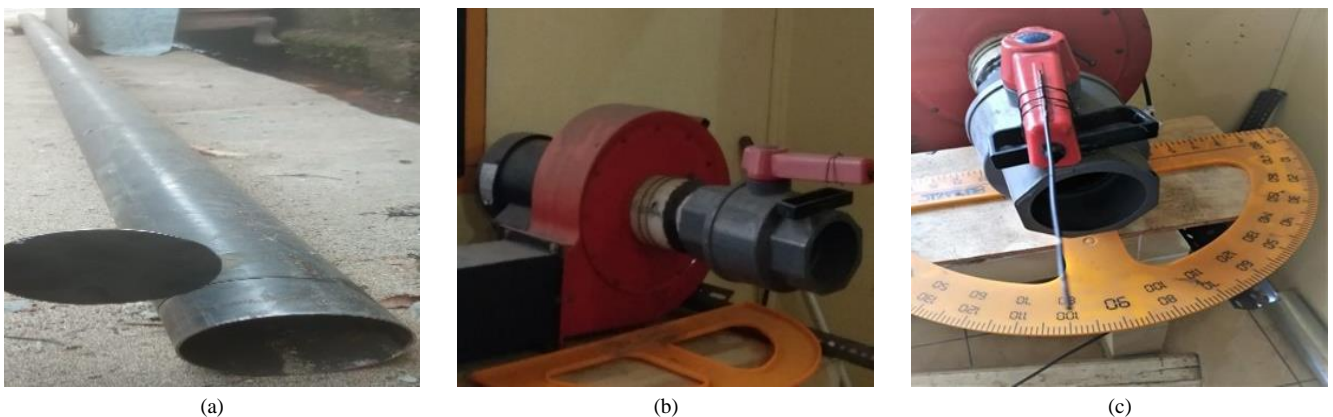
1. PENGANTAR

Penurunan tekanan merupakan salah satu masalah utama dalam suatu proses konversi energi dan proses industri lainnya, karena jika penurunan tekanan yang terjadi tinggi maka energi yang di perlukan pada proses tersebut akan lebih banyak, kemudian jika energi yang dibutuhkan lebih banyak maka biaya yang dibutuhkan pada proses tersebut akan lebih mahal (Zulnazri dkk., 2019). Penurunan tekanan pada fluida yang mengalir dalam pipa terjadi karena mengalami gesekan antara fluida dengan dinding pipa. Gaya gesek yang terjadi di antara dua permukaan yang saling bersinggungan merupakan faktor friksi didefinisikan sebagai gaya gesek (Andayani dkk., 2019). Kehilangan tenaga dan debit aliran memiliki hubungan berdasarkan perhitungan laju aliran fluida pada jaringan pipa, yaitu jika aliran semakin besar dengan koefisien rugi head tinggi, maka rugi head pada setiap panjang pipa semakin besar (Nurcholis, 2008).

Pada aplikasinya terdapat banyak gesekan yang dapat memperlambat kecepatan atau proses pengaliran fluida didalam pipa, dan dalam mekanika fluida dinyatakan bahwa pada aliran fluida, peningkatan pada kecepatan fluida akan menimbulkan penurunan tekanan pada aliran tersebut (Intang dan Junita, 2023). Fluida yang mengalir pada pipa akan mengalami gesekan antara fluida dengan dinding pipa yang dapat menyebabkan terjadinya pressure drop. Faktor friksi didefinisikan sebagai gaya gesek yang terjadi antara dua permukaan yang saling bersinggungan (Andayani dkk., 2019). Perancangan sistem pipa bertekanan yang tepat mampu meningkatkan efisiensi distribusi aliran fluida bertekanan dan menurunkan persentase kerugian tekanan aliran fluida yang signifikan. Namun pada sistem pipa bertekanan, aliran fluida sering mengalami kondisi penurunan tekanan yang disebabkan karena aliran fluida mengalami gesekan di sepanjang permukaan pipa (Miguel, 2018; Kong et al, 2018; Ismail dkk., 2019).

2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan peralatan praktikum di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tamansiswa Palembang. Bagian-bagian dari peralatan tersebut dapat dilihat pada gambar 1. Peralatan pada penelitian ini berupa pipa besi diameter 3 inci, pajang 550 cm dan tebal 2 mm. Pipa besi ini memiliki 10 titik pengukuran tekanan terbagi merata pada penampang sisi samping pipa dimulai dari jarak 53 cm dari pangkal masuk udara sampai dengan jarak 530 cm diujung keluaran pipa. Kemudian disisi lainnya terdapat alat pengatur udara yang dapat diatur untuk menghisap maupun mendorong udara sepanjang pipa besi, serta dilengkapi dengan katup pengatur aliran udara dengan pengaturan berdasarkan derajat bukaan katup 0 – 90°.



Gambar 1: Seperangkat peralatan pengujian penurunan tekanan aliran udara (a) Pipa besi 550 cm diameter 3 inci tebal 2 mm, (b) Alat hisap atau pendorong udara, dan (c) Katup pengatur udara

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data berupa data tekanan pada setiap titik sepanjang pipa besi dengan menggunakan alat pengukur tekanan udara dan pengukuran kecepatan aliran pada gambar 2 di bawah.



Gambar 2: Alat Pengukuran (a) Alat pengukur tekanan udara, (b) Alat pengukur kecepatan aliran udara

Penelitian dilakukan dengan mengambil data pengamatan berupa tekanan pada 10 titik sepanjang pipa besi dengan laju alir pada bukaan katup 40°, 60° dan 90° yang merupakan variabel berubah pada penelitian ini. Data yang didapat dari penelitian ini diolah dengan menggunakan rumus penurunan tekanan di bawah ini, dimana penurunan tekanan aliran udara dalam saluran disebabkan oleh gesekan antara udara dengan permukaan dalam pipa yang kemudian muncul dalam persamaan Bernoulli dan yang berpengaruh pada terjadinya

penurunan tekanan adalah disebabkan adanya perbedaan tekanan antar bagian titik tekan pada saluran karena seluruh variabel yang lain dalam persamaan tersebut sama pada sisi masuk dan sisi keluaran (Nurcholis, 2008; Munson et al., 2002; Intang dkk., 2020; Sultan dkk., 2020).

Bruce dan Donald (2008) menjelaskan bahwa analisis penurunan tekanan udara pada sistem pemipaan diawali dengan melakukan perhitungan luas penampang area pipa untuk mengetahui kondisi kecepatan aliran udara yang melewati pipa bertekanan tersebut. Analisa luas penampang area dan kecepatan aliran udara dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 4 dan 5. Penurunan tekanan aliran udara secara mayor dilakukan untuk menganalisis pengaruh gesekan antara dinding pipa terhadap potensi penurunan dari aliran udara yang mengalir di dalam sistem pemipaan bertekanan dengan menggunakan Persamaan 6. Faktor gesekan yang digunakan dapat diketahui dengan menggunakan diagram *Moody*. Perhitungan penurunan tekanan minor dilakukan untuk menganalisis pengaruh adanya sambungan yang terdapat pada sistem pemipaan terhadap penurunan tekanan aliran udara yang dilakukan dengan menggunakan Persamaan 7. Koefisien kerugian komponen sambungan pipa (K) memiliki nilai berbeda yang disesuaikan dengan bentuk sambungan pipa. Keseluruhan data penurunan tekanan baik bersifat minor maupun mayor dilakukan penjumlahan untuk menentukan kondisi penurunan tekanan aliran udara pada sistem pemipaan secara total, dimana perhitungannya dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 8. Persentase penurunan tekanan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tekanan yang dapat bekerja terhadap tekanan aliran udara dengan kondisi standar yang telah ditentukan, dan nilai persentase tersebut menandakan seberapa besar pengaruh penurunan tekanan terhadap kondisi standar tekanan aliran udara pada sistem pemipaan bertekanan dengan mengacu analisa Persamaan 9 dan 10.

$$A = \pi r^2 \quad (4)$$

$$v = \frac{Q}{A} \quad (5)$$

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (6)$$

$$h_L = K \frac{v^2}{2g} \quad (7)$$

$$\Delta P = h_f + h_L \quad (8)$$

$$P = P_{STANDAR} - \Delta P \quad (9)$$

$$\% \Delta P = \frac{\Delta P}{P_{STANDAR}} \quad (10)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

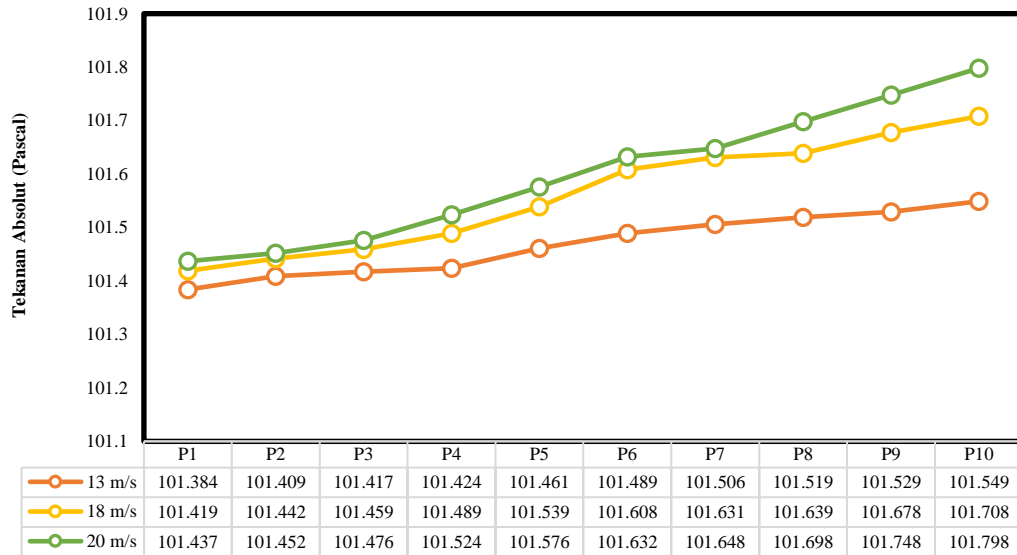
Pada penelitian ini data yang didapat berupa nilai tekanan udara pada tiap titik tekan sebanyak 10 titik dan kecepatan laju alir udara yang ditentukan berdasarkan bukaan katup. Alat pengatur udara diatur agar bekerja dengan sistem hisap yang diposisikan di belakang atau di ujung akhir pipa besi. Pada penelitian ini bukaan katup yang merupakan variabel pengamatan pada bukaan katup sebesar 40° kecepatan laju alir udara sisi hisap adalah 13 m/s, pada bukaan katup 60° kecepatan laju alir udara sisi hisap adalah 18 m/s dan pada bukaan katup 90° kecepatan aliran udara sisi hisap adalah 20 m/s. Data tekanan udara pada setiap titik diukur dengan menggunakan alat pengukur tekanan udara yang dapat dilihat seperti pada tabel 1 di bawah ini.

Table 1: Hasil Pengukuran Tekanan Pada Setiap Titik Sepanjang Pipa Besi

Titik Tekanan (Pascal)	Variasi Bukaan Katup		
	40°	60°	90°
P1	101.384	101.419	101.437
P2	101.409	101.442	101.452
P3	101.417	101.459	101.476
P4	101.424	101.489	101.524
P5	101.461	101.539	101.576
P6	101.489	101.608	101.632
P7	101.506	101.631	101.648
P8	101.519	101.639	101.698
P8	101.529	101.678	101.748
P10	101.549	101.708	101.798

Hasil penelitian berupa data pengamatan seperti pada tabel 1 di atas kemudian diolah menjadi bentuk grafik garis seperti pada gambar 3 di bawah ini. Berdasarkan pada grafik tersebut bahwa terjadi kenaikan tekanan sepanjang titik tekanan pengamatan, semakin mendekati alat pengatur udara maka tekanan akan semakin tinggi karena posisi pengambilan data dimulai dari sisi yang berlawanan dengan

posisi alat pengatur udara, serta alat bekerja dengan sistem hisap sehingga kenaikan tekanan pasti terjadi. Pada grafik di bawah juga terlihat bahwa kecepatan aliran udara akan mempengaruhi nilai tekanan yang dihasilkan, karena semakin tinggi kecepatan laju alir udaranya maka akan semakin tinggi tekanan yang dihasilkan dalam suatu sistem. Hasil penelitian yang ditunjukkan pada grafik di bawah ini juga memperlihatkan bahwa pada titik tekanan yang paling dekat dengan alat pengatur udara atau pada P10 memiliki nilai tekanan tertinggi pada setiap kecepatan laju alir udara dan pada titik tekanan awal atau yang paling jauh dari alat pengatur udara yaitu P1 memiliki nilai tekanan paling rendah bahkan untuk seluruh variasi kecepatan laju alir udara. Tekanan tertinggi terdapat pada titik tekanan P10 adalah sebesar 101.798 Pa pada variasi kecepatan laju alir udara sebesar 20 m/s dan terendah pada variasi kecepatan laju alir udara 13 m/s dengan tekanan 101.384 Pa pada P1.

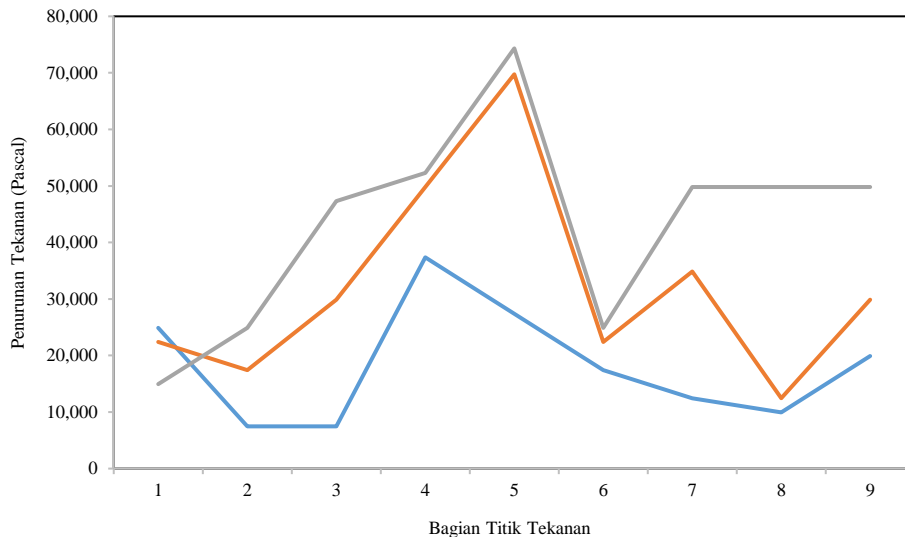


Gambar 3: Grafik hasil pengukuran tekanan absolut dalam satuan Pascal terhadap variasi kecepatan laju aliran udara

Data pengamatan yang telah didapatkan diolah kembali dengan perhitungan untuk mendapatkan penurunan tekanan pada setiap titik tekanan perjarak antar titik. Pipa besi memiliki 10 titik tekanan yang berupa saluran kecil dengan diameter 7 mm dan memiliki jarak antara titik tekanan P1 sampai P10 adalah 53 cm, 106 cm, 159 cm, 212 cm, 265 cm, 318 cm, 371 cm, 424 cm, 477 cm, 530 cm. Data pengamatan tersebut diolah dengan perhitungan dan disajikan dalam bentuk grafik seperti pada tabel 2 yaitu tabel data penurunan tekanan udara sepanjang pipa besi (Pa/m) dan Gambar 4 di bawah ini yang merupakan gambar grafik penurunan tekanan setiap bagian titik tekanan pada variasi bukaan katup.

Table 2: Penurunan Tekanan Udara Sepanjang Pipa Besi Dalam Satuan Pascal per Meter (Pa/m)

Titik Tekanan (Pascal)	Variasi Bukaan Katup			Rata-Rata
	40°	60°	90°	
P1 – P2	24,908	22,418	14,945	20,757
P2 – P3	7,472	17,436	24,908	16,605
P3 – P4	7,472	29,890	47,326	28,229
P4 – P5	37,363	49,817	52,308	46,496
P5 – P6	27,399	69,744	74,326	57,803
P6 – P7	17,436	22,418	24,906	23,253
P7 – P8	12,454	34,872	49,819	33,715
P8 – P9	9,963	12,454	49,817	24,078
P9 – P10	19,927	29,890	49,817	33,211
Rata-Rata	16,296	32,104	43,130	30,510



Gambar 4: Grafik penurunan tekanan setiap bagian titik tekanan pada variasi bukaan katup

Pada tabel 2 dan grafik pada Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa penurunan tekanan pada setiap bagian titik tekanan sudah mendekati rata-rata sama dan pada variasi kecepatan laju alir udara yang lebih tinggi maka penurunannya lebih tinggi. Berdasarkan persamaan penurunan tekanan maka seharusnya penurunan tekanan merupakan kuadrat dari laju aliran, tetapi tidak terjadi karena kecepatan aliran sisi masuk dan sisi keluar sama sehingga pengaruhnya pada sistem aliran diabaikan maka gambar 4 di atas hasilnya cenderung membentuk kurva linear dan telah menggambarkan fenomena yang sebenarnya. Pada gambar 4 di atas juga memperlihatkan bahwa penurunan tekanan udara pada setiap titik tekanan memiliki nilai yang tidak besar yaitu 7,472 Pascal/m hingga 74,326 Pascal/m. Penurunan tekanan tersebut dapat disebabkan oleh nilai titik tekanan yang di hasilkan tidak begitu signifikan, sehingga nilai penurunan tekanan yang di hasilkan tergolong kecil. Data pada bagian jarak titik penekanan ukur dalam pipa besi memperlihatkan bahwa aliran udara mengalami sedikit hambatan yang cukup besar karena pengaruh penampangnya berbentuk bundar, sedangkan kecepatan aliran udara di atas tekanan atmosfer. Udara di dalam saluran pipa besi mengalami hambatan yang lumayan besar dikarenakan faktor sambungan titik tekanan untuk pengukuran tekanan berlawanan arah aliran sampai garis tengah pipa dan tangkap aliran udaranya sejajar dengan aksinya karena pipa besi di buat berbentuk menyiku. Hambatan tersebut cukup signifikan terbukti dengan banyaknya titik tekan penurunannya konstan.

4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa telah terjadi fenomena penurunan tekanan akibat gesekan pada aliran massa udara dalam saluran pipa besi sehingga terjadi penurunan tekanan di setiap segmen sepanjang pipa. Kecepatan laju alir udara akan mempengaruhi nilai penurunan tekanan. Tekanan tertinggi yaitu 101.798 Pa pada kecepatan laju alir udara 20 m/s dan tekanan terendah yaitu 101.384 Pa pada kecepatan laju alir udara 13 m/s.

Tingkat penurunan tekanan udara terjadi karena faktor tekanan atau gesekan pada dinding pipa besi. Jarak antar titik tidak menjadi pengaruh penurunan tekanan karena pengaruh jarak titik tekan tidak terlalu jauh, dan juga kecepatan laju alir udara di variasikan pada bukaan katup sisi hisap pada alat, sehingga terjadi peningkatan tekanan udara pada sisi hisap aliran udara dan hasilnya nilai penurunan tekanan terlalu signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih para penulis dengan penuh rasa syukur menyampaikan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Konversi Energi dan Ketua Program Studi Teknik Mesin, Dekan dan Rektor Universitas Tamansiswa Palembang atas izin penggunaan tempat untuk melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, R. D., Nuryanti, S. Z., Asmadi, A., & Candra, R. (2019). Pengaruh Jenis Lapisan Permukaan Pipa Terhadap Koefisien Gesek. *Teknika: Jurnal Teknik*, 5(2), 181-188.
- Bruce R.M., Donald F.Y. 2008. *Mekanika Fluida*. Edisi Keempat. Erlangga, Jakarta.
- Intang, A., & Junita, B. (2023). Analisa Pengaruh Kekerasan Permukaan Terhadap Kapasitas Aliran Viskositas Dan Tinggi Aliran Dalam Pipa. *Teknika: Jurnal Teknik*, 9(2), 136-142.
- Intang, A., Muhaimin, & Darmawan, R. (2020). Fenomena Kerugian Tekanan Dalam Saluran Udara Bertekanan Diatas Satu Atmosfer. *Teknika: Jurnal Teknik*, 7(1), 1-7. www.teknika-ftiba.info.
- Ismail, Pane, E. A., Suyitno, B. M., & Yudhanto, F. D. (2019). Analisis Penurunan Tekanan Aliran Udara Pada Pipa Bertekanan. *Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 5(2), 13-20.
- Munson, BR., Young, DF. & Okiishi, TH. 2002. *Mekanika Fluida Edisi 4*. Jilid 1. Diterjemahkan: Harinaldi & Budiarmo. 2004. UI. Jakarta: Penerbit Erlangga.

-
- Nurcholis, L., 2008, Hasil Penelitian Perhitungan Laju Aliran Fluida Pada Jaringan Pipa Vol. 7, Juni 2008, ISSN: *Jurnal Unimus*, p: 1693-3451.
- Sultan, A. D., Rizky, Hidayat, Mulyani, S., & Yusuf, W. A. (2020). Analysis of the Effect of Cross-sectional Area on Water Flow Velocity by Using Venturimeter Tubes. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 94–99.
- Zulnazri, Asyabul Zikki, M., & Hakim, L. (2019). Menghitung Pressure Drop pada Fluidized Bed dengan Bahan Ketumbar. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 2, 89–98.