



# Studi Eksperimental Pengaruh Rasio Beta ( $\beta$ ) terhadap Peningkatan Kecepatan Aliran Fluida Inkompresibel *Venturi Meter*

Nicholas Giustino<sup>1</sup>, Amnur Akhyan<sup>1,\*</sup>, Agus Wijianto<sup>1</sup>, Jupri Yanda Zaira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin  
Politeknik Caltex Riau  
Jl. Umban Sari (Patin) No. 1  
Rumbai  
Pekanbaru-Riau 28265  
[nicholas20ms@mahasiswa.pcr.ac.id](mailto:nicholas20ms@mahasiswa.pcr.ac.id)

## ABSTRAK

*Venturi meter* merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur kecepatan fluida dengan mengadopsi prinsip *Bernoulli*. Pada umumnya *venturi meter* digunakan pada industri minyak, gas, otomotif dan lainnya. Kecepatan aliran pada *venturi meter* setelah melewati bagian *throat* meningkat signifikan. Kecepatan aliran yang tinggi dapat mengakibatkan fenomena yang buruk seperti kavitasi, abrasi dan getaran.

Serangkaian peralatan alat uji digunakan untuk memantau peningkatan kecepatan aliran  $V_{inc}$ . Fluida yang digunakan adalah air pada temperatur  $30^{\circ}\text{C}$  ( $\rho = 996 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ). Dengan variasi beta rasio  $\beta = \frac{D_{throat}}{D_{inlet}}$  0.655 dan 0.549, peningkatan laju aliran volume  $Q$  12.5; 15 dan 17.5 LPM, fenomena pada *venturi meter* diteliti. Penurunan tekanan  $\Delta P$  dimonitor menggunakan *piezometer* dan *pitot tube*.

Dari penelitian ini didapat bahwa penurunan  $\beta$  16,2% akan menyebabkan peningkatan  $V_{inc}$  sebesar 43,3%.

**Kata Kunci** : *Venturi meter*; Rasio Beta  $\beta$ ; Peningkatan kecepatan aliran  $V_{inc}$ .

## ABSTRACT

*Venturi meter* is a device used for measuring fluid velocity by utilizing *Bernoulli* principle. Usually, *venturi meter* used in oil and gas industries, automotive industries, etc. the velocity of a flow significantly increased after passed through the *throat* section. High velocity may cause bad phenomena such as cavitation, abrasion, and vibration.

A series of experimental device is used to examine increase of flow velocity  $V_{inc}$ . The fluid that used in this experiment is water with temperature of  $30^{\circ}\text{C}$  ( $\rho = 996 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ). With beta ratio  $\beta = \frac{D_{throat}}{D_{inlet}}$  variation of 0.655 and 0.549 and with flow discharge of 12.5, 15, and 17.5 LPM. equipped with *piezometer* and *pitot tube* to measure pressure difference ( $\Delta P$ ), the phenomena in *venturi meter* will be examined.

From this research, it was found that 16.2 % drop  $\beta$  caused increase of flow velocity increase rate with value of 43.3%.

**Keywords**: *Venturi meter*; Beta Rasio  $\beta$ ; Flow Velocity increase rate  $V_{inc}$ .

## 1. PENDAHULUAN

*Venturi Meter* adalah alat ukur laju aliran yang pertama kali diuji oleh fisikawan Italia bernama Giovanni Venturi (1746-1822). *Venturi meter* klasik ditemukan oleh *Engineer* Amerika Serikat Clemens Herschel pada tahun 1898. *Venturi meter* memiliki *Convergent* berbentuk kerucut  $21^{\circ}$ , *Throat* lurus yang lebih kecil dari *inlet* dan *Divergent* kerucut dengan sudut  $7^{\circ}$  sampai  $15^{\circ}$  [1].

*Venturi meter* merupakan salah satu alat ukur fluida yang memiliki penggunaan yang sangat luas. *Venturi meter* digunakan di berbagai industri yang berkaitan dengan fluida dan laboratorium. Namun, alat ini mahal dibandingkan alat ukur lain [2].

Kelemahan utama dari tabung *venturi* adalah harga pembuatannya. Namun, penghematan pengeluaran energi yang dikarenakan kemampuannya untuk

Corresponding Author:  
✉ Amnur Akhyan  
Accepted on: 2024-06-28

memulihkan dan mengurangi adanya *pressure drop* menjadi salah satu poin utama kenapa tabung *venturi* masih digunakan secara luas di berbagai industri. [3]

Konstruksi pada *venturi meter* berpengaruh terhadap penurunan tekanan pada *venturi meter* [4]. Meskipun prinsip kerja *venturi meter* sama dengan *plat orifice* atau *nozzle meter*, geometri *venturi meter* di desain untuk mengurangi *head loss* hingga minimum. Hal ini dilakukan dengan menyediakan kontraksi yang relative efisien (menghilangkan pemisahan didepan throat) dan ekspansi secara bertahap setelah melewati *throat* (menghilangkan pemisahan di bagian deklerasi pada alat). Sebagian besar *head loss* pada *venturi meter* yang didesain dengan baik muncul karena gesekan sepanjang dinding *venturi* alih-alih karena aliran yang terpisah dan Gerakan pencampuran aliran yang tidak efisien [5].

Pada konstruksi *Venturi meter*, terdapat rasio beta ( $\beta$ ) yang merupakan rasio diameter inlet terhadap diameter *throat* [6]. Rasio beta berpengaruh terhadap berbagai parameter pada *venturi meter* baik seperti parameter Cd [3].

Debit air yang dipompakan oleh pompa dipengaruhi oleh *pressure drop* yang terjadi pada sistem rangkaian pipa. *Pressure drop* sendiri disebabkan oleh hambatan pada rangkaian [7]. Hambatan tersebut antara lain panjang dan kekasaran pipa serta *fitting* pada rangkaian termasuk *venturi meter*. Prinsip fluida yang dimanfaatkan untuk meneliti *venturi meter* adalah prinsip *Bernoulli* dan hukum kontinuitas fluida [5] [2]. Apabila luas penampang masuk dan keluar *venturi meter* adalah sama, namun terdapat *Pressure Drop* maka, kecepatan aliran pada *venturi meter* juga dipengaruhi oleh *pressure drop* tersebut.

Berdasarkan data penelitian oleh Zhang, fluida yang melewati *venturi meter* cenderung mengalami peningkatan kecepatan dan penurunan tekanan. Pada gambar data simulasi kecepatan aliran, terlihat bahwa penyebaran kecepatan aliran tidak merata. Pada penelitian tersebut, fokus Zhang adalah mengenai rasio kontraksi dan derajat difusi pada *venturi meter*. Ia tidak membahas mengenai peningkatan kecepatan fluida tersebut [8].

Kecepatan aliran yang tinggi dapat mengakibatkan kavitasi, abrasi bila fluida kasar, dan getaran pada sistem pemipaan [9] [10] [11]. Kavitasi pada *venturi meter* juga dapat diamati pada instalasi pipa bawah laut [12]. Hal ini dapat mempengaruhi kekuatan struktur dari pipa. Oleh sebab itu, peningkatan kecepatan yang keluar dari *venturi meter* perlu ikut dipertimbangkan dalam merancang struktur dan material pemipaan.

Adanya peningkatan kecepatan aliran dalam pipa setelah memasuki *venturi meter* dapat menjadi masalah untuk seluruh sistem pipa yang dirancang tanpa memerhatikan peningkatan kecepatan aliran yang disebabkan oleh *venturi meter*. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan hubungan antara nilai rasio beta ( $\beta$ ) terhadap peningkatan nilai kecepatan aliran ( $V_{inc}$ ) yang melalui *venturi meter*.

## 2. MATERIAL DAN METODE

### 2.1. Material

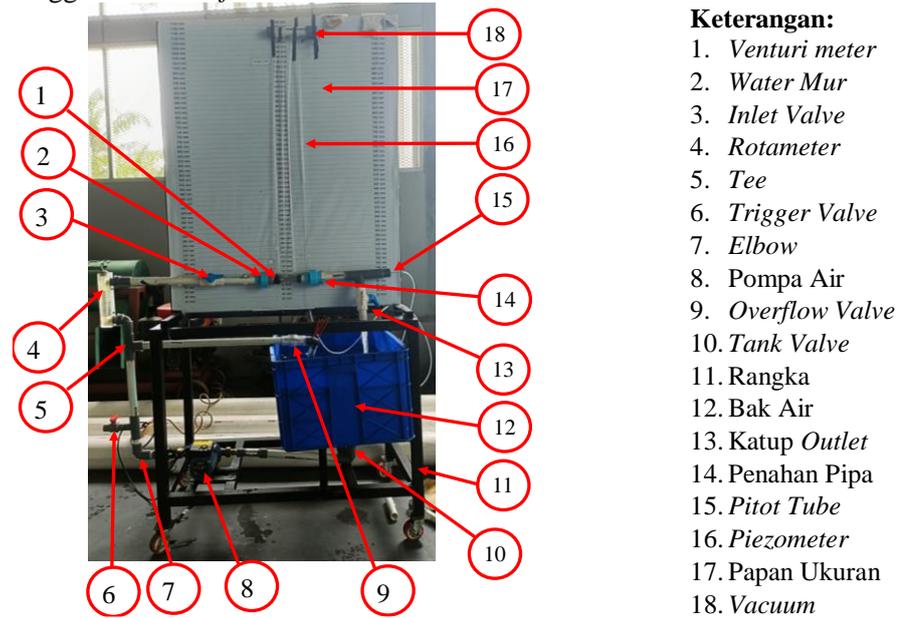
Pada pengujian eksperimental ini digunakan 2 *Venturi meter* dengan rasio beta ( $\beta$ ) 0.549 dan 0.655. Ukuran dan spesifikasi *Venturi meter* terdapat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Parameter *Venturi meter*

<i>Venturi meter</i>	$D_{inlet}$ (mm)	$D_{throat}$ (mm)	$\beta = \frac{D_{throat}}{D_{inlet}}$
1	25.4	13,95	0,549
2	25.4	16,65	0,655

*Venturi meter* dipasang pada seperangkat alat untuk dilakukan pengujian dengan mengalirkan fluida air. Pompa 60 LPM digunakan agar menghasilkan 3

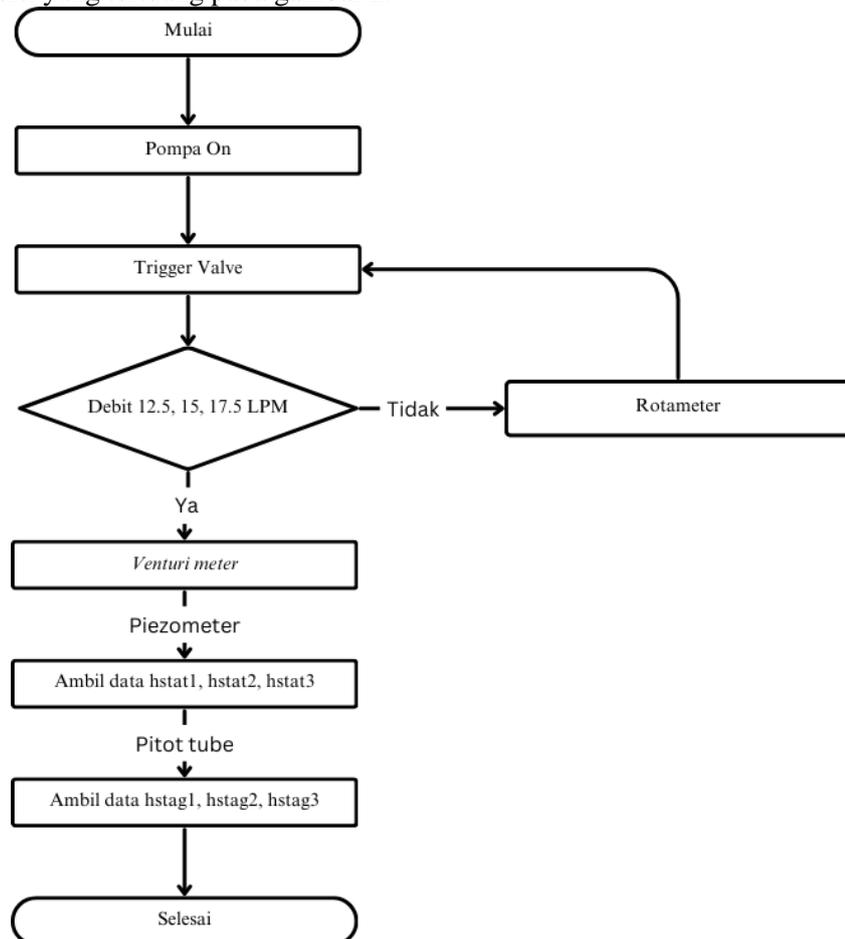
variasi debit 12.5, 15, dan 17.5 LPM yang terpantau oleh *rotameter* dan diatur menggunakan *overflow valve*.



Gambar 1. Perangkat Uji

## 2.2. Metode

Penelitian ini dilakukan di laboratorium fluida Politeknik Caltex Riau. Serangkaian eksperimental dilakukan dengan melakukan berbagai variasi data seperti yang tertuang pada gambar 2.



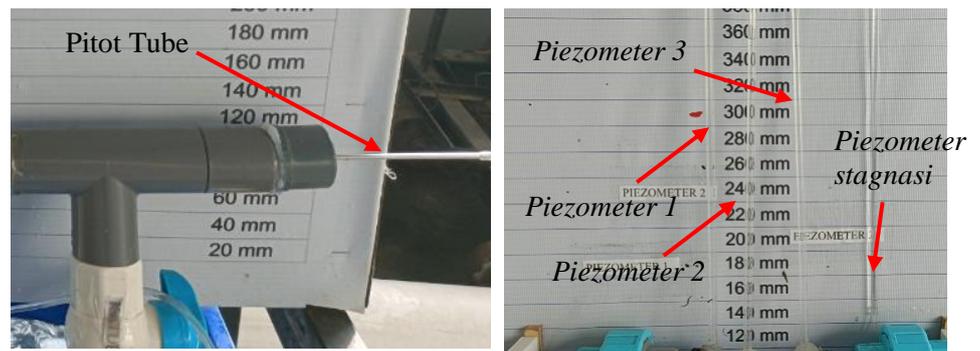
Gambar 2. Flow Chart

Debit *actual* didapat dengan mengukur volume menggunakan gelas ukur dan lama waktu pengukuran dengan *stopwatch*. Pengukuran *head* dilakukan dengan cara mengukur tinggi fluida (*head*) pada *piezometer*. Tiap saluran *piezometer* memiliki nilai *head* nya tersendiri. *Piezometer 1* menunjukkan *head* pada daerah inlet, *piezometer 2* di bagian *throat* dan *piezometer 3* di bagian *outlet*. *Piezometer 4* sendiri mengukur tekanan stagnasi pada *pitot tube* sehingga dapat berubah tergantung dari letak *pitot tube*.

$$h_{dyn} = h_{stag} - h_{stat} [13]$$



**Gambar 3.** Pengukuran Debit Actual



**Gambar 4.** Pitot tube dan Piezometer

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah nilai tekanan stagnasi ( $h_{stag}$ ), tekanan statis ( $h_{stat}$ ) dan tekanan dinamisnya ( $h_{dyn}$ ).

**Tabel 2.** Nilai tekanan statis, stagnasi dan dinamis tiap titik pengukuran

Q (LPM)	$h_{stat1}$ (mm)	$h_{stat2}$ (mm)	$h_{stat3}$ (mm)	$h_{stag 1}$ (mm)	$h_{stag 2}$ (mm)	$h_{stag 3}$ (mm)	$h_{dyn1}$ (mm)	$h_{dyn2}$ (mm)	$h_{dyn3}$ (mm)
<b><math>\beta=0,549</math></b>									
12.5	730	610	700	740	735	730	10	125	30
15	510	365	460	525	530	510	15	165	50
17.5	490	305	410	500	490	468	10	185	58
<b><math>\beta=0,655</math></b>									
12.5	330	290	310	347	342	340	17	52	30
15	235	170	210	255	255	250	20	85	40
17.5	325	235	290	345	350	338	20	115	48

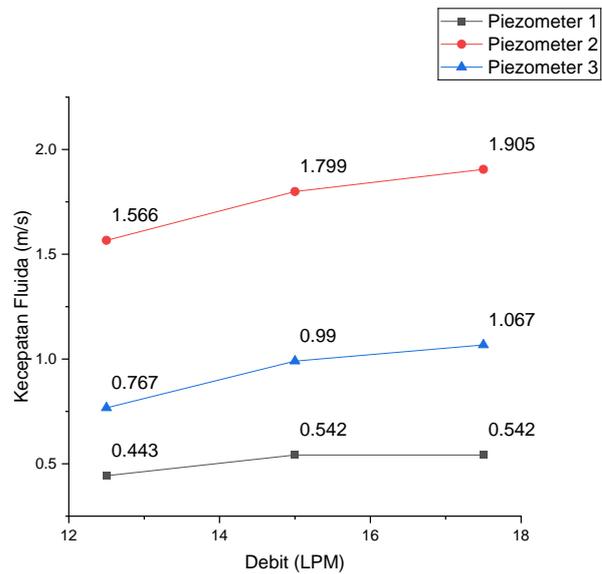
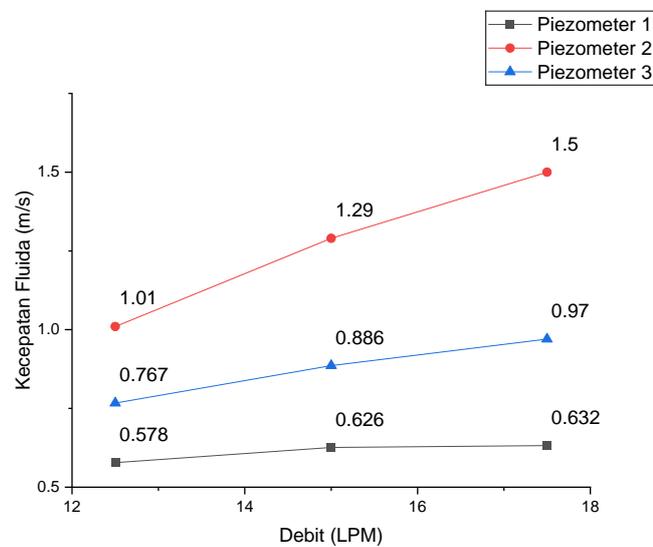
Nilai tekanan dinamis pada tabel 2 digunakan untuk mendapatkan nilai kecepatan fluida dengan persamaan:

$$v = \sqrt{2gh_{dyn}} [13]$$

Sehingga didapatkan nilai kecepatan fluida tiap titik pengukuran yang ditampilkan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Nilai kecepatan fluida tiap titik pengukuran.

Q (l/min)	$h_{dyn1}$ (mm)	$h_{dyn2}$ (mm)	$h_{dyn3}$ (mm)	$V_1$ (m/s)	$V_2$ (m/s)	$V_3$ (m/s)
<b><math>\beta=0,549</math></b>						
12.5	10	125	30	0.44	1.57	0.77
15.	15	165	50	0.54	1.79	0.99
17.5	10	185	58	0.54	1.90	1.07
<b><math>\beta=0,655</math></b>						
12.5	17	52	30	0.58	1.01	0.77
15	20	85	40	0.63	1.29	0.89
17.5	20	115	48	0.63	1.50	0.97

**Gambar 5.** Perbandingan kecepatan di tiap titik pengukuran *Venturi meter*  $\beta=0,549$ **Gambar 6.** Perbandingan kecepatan di tiap titik pengukuran *Venturi meter*  $\beta=0,655$

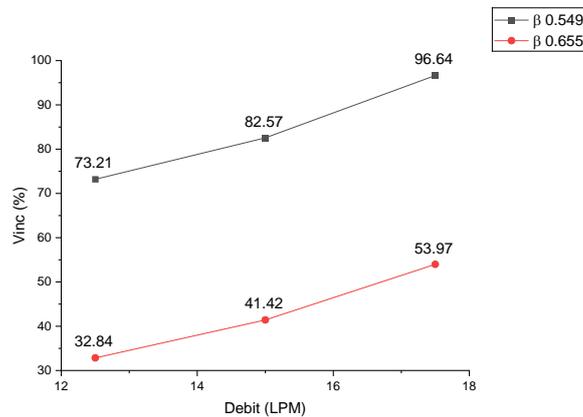
Grafik pada **Error! Reference source not found.** dan **Error! Reference source not found.** memetakan hasil dari **Sehingga didapatkan** nilai kecepatan fluida tiap titik pengukuran yang ditampilkan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Terlihat bahwa kecepatan fluida pada *Piezometer 3* (Outlet) lebih cepat dari *Piezometer 1*. Sementara itu, *Piezometer 2* memiliki kecepatan fluida tertinggi. Tingginya kecepatan fluida pada *Piezometer 3* dibandingkan *Piezometer 1* dikarenakan penurunan tekanan yang terjadi setelah fluida melewati *venturi meter* dan menurut hukum *Bernoulli*, penurunan tekanan mengakibatkan peningkatan kecepatan fluida. Selain itu, terdapat turbulensi aliran dan sisa-sisa efek *Venturi* pada lairan setelah melewati kerucut *divergent* pada *venturi meter*. Hasil grafik di atas juga menunjukkan kesimpulan Bahwa rasio beta mempengaruhi peningkatan nilai kecepatan fluida tiap *Piezometer*.

Setelah melewati *venturi meter*, terdapat peningkatan kecepatan fluida. variabel ini akan disebut  $V_{inc}$  untuk penggunaan lebih lanjut.

Rumus  $V_{inc}$  adalah :

$$V_{inc} = \frac{(V_3 - V_1)}{V_1} \times 100\%$$



**Gambar 7.** Perbandingan nilai  $V_{inc}$  pada *Venturi meter*  $\beta=0,549$  dan  $\beta= 0.655$ .

Dari grafik di atas, terlihat bahwa peningkatan debit akan mempengaruhi peningkatan kecepatan aliran. Debit yang tinggi mengakibatkan besarnya nilai peningkatan kecepatan aliran dari  $v_1$  ke  $v_3$  dan begitu pula sebaliknya.

*Venturi meter 1* ( $\beta = 0.549$ ) memiliki rata-rata peningkatan  $V_{inc}$  sebesar 11.72% sementara *Venturi meter 2* ( $\beta = 0.655$ ) sebesar 10.56%.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa percobaan eksperimental dapat ditarik kesimpulan :

1. Nilai rata rata  $V_{inc}$  (%) pada *Venturi meter 1* ( $\beta = 0.549$ ) adalah 84.14% dan untuk *Venturi meter 2* ( $\beta = 0.655$ ) adalah 40.86 %. Persentase yang tinggi tersebut disebabkan oleh adanya efek *venturi* yang belum hilang setelah fluida keluar dari kerucut *Divergent* sehingga mengakibatkan turbulensi dan kecepatan aliran yang tidak merata pada saluran.
2. Nilai rasio beta mempengaruhi nilai  $V_{inc}$  dimana penambahan nilai rasio beta mengurangi nilai  $V_{inc}$  yang terjadi. Rata-rata peningkatan  $V_{inc}$  (%) untuk pengurangan nilai rasio beta dari 0.655 ke 0.549 sebesar 43.28%. Maka dengan pengurangan rasio beta sebesar 16.18 % nilai  $V_{inc}$  (%) meningkat sebesar 43.28 % yang berarti penurunan rasio beta mengakibatkan peningkatan kecepatan aliran bertambah.

3. Setiap peningkatan debit sebesar 2.5 LPM, terjadi rata-rata peningkatan parameter  $V_{inc}$  sebesar 11.72% pada *Venturi meter* dengan  $\beta = 0.549$  dan 10.56% pada *Venturi meter* dengan  $\beta = 0.655$
4. Berdasarkan penelitian ini, untuk mengurangi peningkatan kecepatan aliran setelah melewati *venturi meter*, maka nilai rasio beta perlu dinaikkan. Begitu pula sebaliknya.

## 5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya diberikan oleh penulis terhadap pembimbing saya bapak Amnur Akhyan yang memberikan ide dan bimbingan yang sangat berpengaruh pada penelitian ini serta pada rekan-rekan dari Politeknik Caltex Riau atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan. Terima kasih juga kepada saudara Septiady sebagai rekan sesama peneliti yang membantu memberi ide dan doa dari awal sampai selesai.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. M. White, *Fluid Mechanics*, 8th ed., New York: WCB/McGraw-Hill, 2015.
- [2] A. Rakshit and S. Ghosh, "Actual Discharge on Venturimeter - A Literature," *IJME*, pp. 01-04, 2021.
- [3] S. S. Hutagalung, "Estimation Optimal Value of Discharge Coefficient in a Venturi Tubes," *Journal of Physics*, pp. 1-10, 2019.
- [4] C. Sanghani, H. Dobariya, D. Jayani, N. R. Jadvani and K. R. Jasoliya, "Effect of Geometrical Parameters of Venturimeter on Pressure Drop," *Engineering and Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 865-868, 2016.
- [5] P. M. Gerhart, A. L. Gerhart and J. I. Hochstein, *Munson, Young, and Okiishi's Fundamentals of Fluid Mechanics*, eighth ed., Jefferson City: Wiley, 2016.
- [6] E. S. Menon, "Meters and Valves," in *Transmission Pipeline Calculations and Simulations Manual*, Massachusetts, Elsevier, 2015, pp. 431-471.
- [7] Sepfitrah and Y. Rizal, "Analisa Pressure Drop Pada Instalasi Pipa Alat Uji Rugi-Rugi Aliran Menggunakan Cfd Fluent 6.0," *APTEK*, vol. 5, pp. 45-46, 2013.
- [8] J. X. Zhang, "Analysis on the effect of venturi tube structural parameters on fluid flow," *AIP Advances*, vol. 7, no. 6, pp. 1-10, 2017.
- [9] R. Alvianto, "Pengaruh Laju Aliran Air Dalam Pipa terhadap Fenomena Timbulnya Kavitasi," Universitas Negeri Jakarta., Jakarta, 2017.
- [10] N. N. Abdulla, A. N. Jamel and W. K. Saheb, "Effect of Design Parameters and Support Conditions on Natural Frequency of Pipe Excited by a Turbulent Internal Flow," *Journal of Engineering*, vol. 19, no. 7, pp. 906-922, 19 July 2013.
- [11] M. B. Koçyiğit, Ö. Koçyiğit and A. Şafak, "Abrasion Effect Of Flow On Pipes," *International Journal of Engineering & Applied Sciences*, vol. 7, no. 1, pp. 9-24, 2015.
- [12] V. Nurullayev, G. Ismayilov and M. Shahlarli, "On Methods Of Minimizing The Risks Of Cavitation In Underwater Pipelines," *Journal of Innovations in Business and Industry*, vol. 02, no. 04, pp. 193-198, 2024.
- [13] GUNT, HM 150.07 Bernoulli's Principle, G.U.N.T, 2015.