

STUDI EKSPERIMENTAL ANALISA BOUNDARY LAYER PADA PIPA LURUS

Oleh:

KEIGANT ABDULLAH BARAFI

Dosen Pembimbing

Ali Akbar, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO
2025

Pendahuluan

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya memperhitungkan rugi-rugi aliran (*head loss*) dalam instalasi perpipaan, karena dapat mempengaruhi efisiensi dan kinerja sistem. Analisa pada karakteristik *boundary layer* menunjukkan terjadinya gradiensi kecepatan fluida pada lapisan batas dinding pipa sehingga terdapat indikasi rugi-rugi aliran akibat gesekan antara fluida dengan dinding pipa, yang menyebabkan hilangnya energi dalam bentuk panas. Rugi-rugi aliran tersebut termasuk dalam jenis head loss mayor, yang mana dipengaruhi oleh viskositas fluida dan kekasaran permukaan pipa. Oleh karena itu, pemahaman mengenai rugi-rugi aliran diperlukan untuk mengoptimalkan desain dan operasi sistem perpipaan.



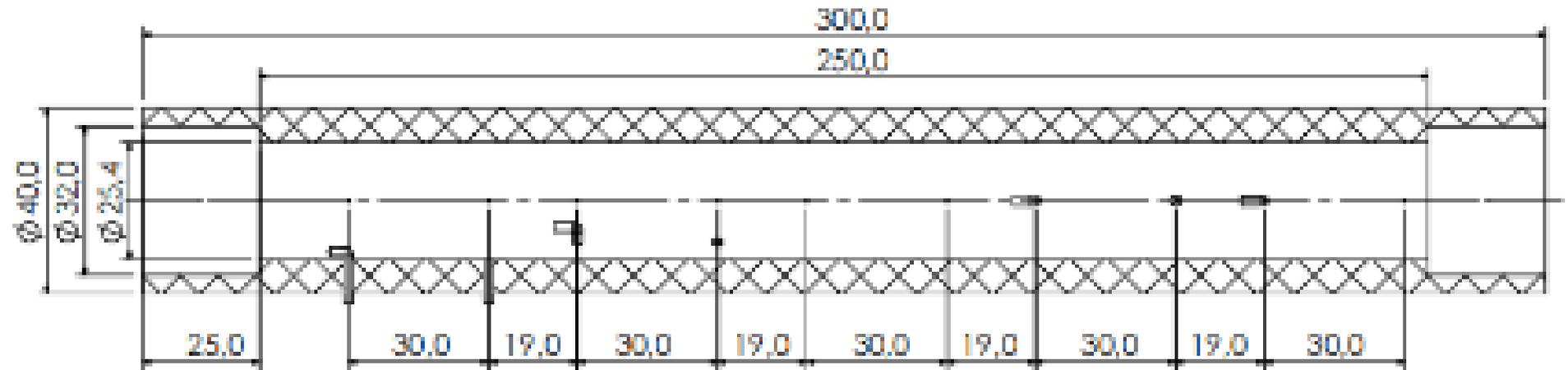
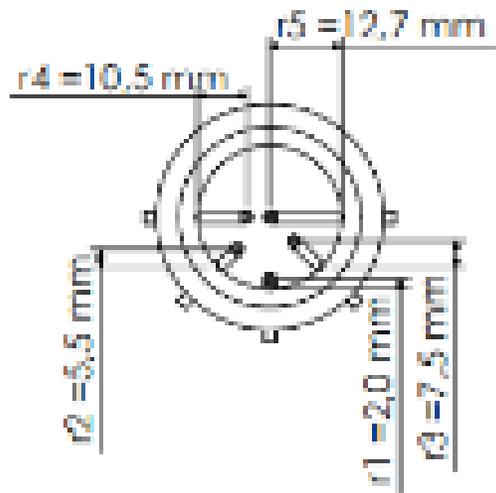
Alat dan Bahan Penelitian

Persiapan Alat

Komponen utama yang digunakan dalam pengujian meliputi *Blower*, Spesimen Uji, *Flowmeter*, dan Sistem Instalasi.



Dimensi Spesimen



Analisa Hasil

- Menghitung Kecepatan pada *Flowmeter*

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2}$$

Dimana :

- V : Kecepatan (meter/detik)
Q : Laju Aliran (meter/detik)
A : Luas Penampang
D : Diameter pipa
 π : 3,14/ $\frac{22}{7}$

- Menghitung Tekanan

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

Dimana :

- P : Tekanan (Pa)
 ρ : Densitas fluida pada manometer U (Air = 1.000 kg/m³)
g : Percepatan gravitasi (9,81 meter/detik)
 Δh : Selisih antara tekanan stagnasi (h1) dan tekanan statis (h2)

- Menghitung Kecepatan dari r1 – r5

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot P}{\rho \text{ udara}}}$$

Dimana :

- V : Kecepatan (meter/detik)
P : Tekanan (Pa)
 ρ : Densitas fluida pada manometer U (udara = 1,225 kg/m³)



Hasil Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan *flowmeter* yang diatur pada laju aliran 10L/menit, diperoleh data selisih tinggi tekanan (Δh) pada lima titik pengukuran, yaitu Δh_1 , Δh_2 , Δh_3 , Δh_4 , dan Δh_5 . Data rata-rata selisih tinggi tekanan di masing-masing titik pengukuran disajikan pada tabel dibawah.

<i>Laju Aliran 10L/menit</i>					
No	Δh_1	Δh_2	Δh_3	Δh_4	Δh_5
1	8 mm	9 mm	12 mm	13 mm	15 mm
2	7 mm	8 mm	12 mm	13 mm	13 mm
3	6 mm	5 mm	10 mm	10 mm	9 mm
Rata-rata (mm)	7 mm	7,3 mm	11,3 mm	12 mm	12,3 mm
Rata-rata (m)	0,007 m	0,0073 m	0,0113 m	0,012 m	0,0123 m



Hasil Pembahasan

Diketahui laju aliran 10L/menit di dapatkan kecepatan rata-rata 0,315 m/s. Setelah data selisih tekanan didapatkan pada slide sebelumnya. pada tabel dibawah di sajikan hasil data meliputi tekanan dan kecepatan.

No	Jari-jari (mm)	Δh (m)	Tekanan (Pa)	Kecepatan (m/s)
1	2	0,007	68,67	0,334
2	5,5	0,0073	71,61	0,341
3	7,5	0,0113	110,8	0,425
4	10,5	0,012	117,7	0,438
5	12,7	0,0123	120,6	0,443

Dari hasil diatas kecepatan fluida meningkat seiring dengan meningkatnya selisih perbedaan tekanan (Δh). Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin jauh titik pengukuran dari permukaan pipa maka semakin besar kecepatan fluida yang terukur pada manometer U, dan kecepatan tertinggi tercatat pada titik Δh_5 .

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang analisa distribusi kecepatan fluida di area *boundary layer* dalam pipa lurus dengan menggunakan perbedaan tekanan antara tekanan *stagnasi* dan tekanan statis yang di ukur dari permukaan pipa menuju bagian tengah pipa dapat disimpulkan menjadi beberapa poin :

- **Distribusi Kecepatan Fluida**

Kecepatan fluida meningkat seiring bertambahnya jarak dari permukaan pipa menuju bagian tengah pipa. Pada area *boundary layer* yang dekat dengan permukaan pipa, kecepatan fluida rendah akibat pengaruh gaya gesek. Namun, pada titik tengah penampang pipa kecepatan meningkat karena pengaruh gaya gesek berkurang.

- **Karakteristik *Boundary Layer***

Pada hasil pengujian menunjukkan bahwa fenomena *boundary layer* sesuai dengan teori, dimana kecepatan fluida berubah secara signifikan dari kecepatan rendah di permukaan hingga mencapai kecepatan maksimum di bagian tengah pipa.

- **Efek Viskositas dan *Head Loss***

Viskositas fluida dan *head loss* akibat gesekan disepanjang pipa mempengaruhi distribusi kecepatan fluida. Faktor ini sangat penting dalam evaluasi sistem perpipaan untuk memastikan efisiensi aliran.

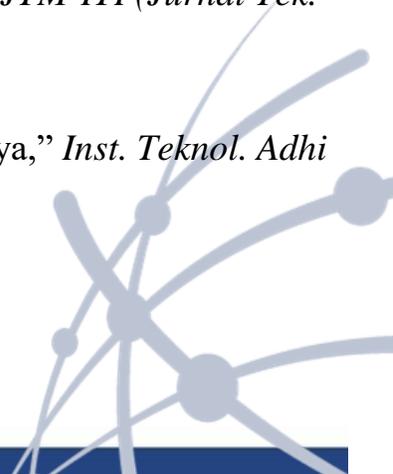


DAFTAR PUSTAKA

- [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, 2021, doi: 10.36040/flywheel.v12i2.4277.
- [2] F. Wicaksono dan S. Subekti, “Analisis Pengaruh Penyumbatan Aliran Fluida pada Pipa dengan Metode Fast Fourier Transform,” *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, hal. 77–83, 2021, doi: 10.21831/dinamika.v6i1.36339.
- [3] I. Syahrizal dan D. Perdana, “Kajian Eksperimen Instalasi Pompa Seri dan Paralel Terhadap Efisiensi Penggunaan Energi,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 2, hal. 194–200, 2020, doi: 10.24127/trb.v8i2.1056.
- [4] P. Journal dan O. F. Science, “Proses maintenance dan evaluasi kinerja pompa 56-p- 101 d di unit utilities PT. XYZ,” vol. 4, no. 1, hal. 35–38, 2024.
- [5] A. Fahrudin dan M. Mulyadi, “Rancang Bangun Alat Uji Head Losses Dengan Variasi Debit Dan Jarak Elbow 90O Untuk Sistem Perpipaan Yang Efisien,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, hal. 32–35, 2018, doi: 10.24127/trb.v7i1.680.
- [6] W. Waspodo, “Analisa Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pipa Kombinasi Diameter Berbeda,” *Suara Tek. J. Ilm.*, vol. 8, no. 1, hal. 1–12, 2017, doi: 10.29406/stek.v8i1.534.
- [7] S. Hariyadi, “Simulasi Dinamika Aliran Turbulen Pada Flat Plate Boundary Layer Menggunakan Turbulent Model $k - \epsilon$ (Standard, Realizable, RNG),” *J. Teknol. Penerbangan*, vol. 1, no. 1, hal. 1–11, 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- [8] S. H. S.P., “Analisis Perbandingan Velocity Dan Shear Stress Perkembangan Boundary Layer Flat Plate Menggunakan Turbulent Model $k - \epsilon$ (Standard, Realizable, RNG),” *J. Penelit.*, vol. 2, no. 1, hal. 27–37, 2017, doi: 10.46491/jp.v2e1.109.27-37.
- [9] M. Mahmuddin, H. Hasan, dan M. S. Habiba, “Studi Eksperimental tentang Perubahan Beda Tekanan dalam Aliran Dua Fase Cair-Cair dengan Variasi Sudut Ekspansi pada Saluran Pembesaran Mendadak,” *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 10, no. 1, hal. 334–342, 2024.
- [10] W. A. Mustofa dan P. H. Tjahjanti, “Instalasi Pemasangan Pipa untuk Air Bersih ke Rumah Tangga di Dusun Klampok Desa Sumbergedang Pandaan,” *Innov. Technol. Methodical Res. J.*, vol. 3, no. 3, hal. 10, 2024, doi: 10.47134/innovative.v3i3.109.
- [11] D. Ermadi dan Darmanto, “Perancangan Alat Praktikum Pengujian Headloss Aliran Fluida Tak Termampatkan,” *J. Ilm. Cendekia Eksakta*, vol. 2, no. 2, hal. 1–7, 2017.
- [12] T. Sianturi dan W. Naibaho, “Pengaruh Putaran Poros Pada Pompa Sentrifugal Yang Disusun Paralel Terhadap Karakteristik Vibrasi,” *JTM-ITI (Jurnal Tek. Mesin ITI)*, vol. 6, no. 1, hal. 23, 2022, doi: 10.31543/jtm.v6i1.719.
- [13] M. Sayid, I. Abdillah, dan E. A. Zuliari, “Analisa Kinerja Motor Induksi 3 Fasa Pada Pompa Sentrifugal Di Favehotel Rungkut Surabaya,” *Inst. Teknol. Adhi Tama Surabaya*, hal. 605–610, 2018.



DAFTAR PUSTAKA

- [14] E. Saputra, M. Kabib, dan B. S. Nugraha, “Rancang Bangun Sistem Kontrol Debit Air Pada Pompa Paralel Berbasis Arduino,” *J. Crankshaft*, vol. 2, no. 1, hal. 73–80, 2019, doi: 10.24176/crankshaft.v2i1.3089.
- [15] P. Alat, U. R. Aliran, dan D. Pipa, “Pengaruh Variasi Buka-an Katup Terhadap Rugi Mayor Dan Rugi Minor,” vol. 6, no. 1, hal. 1–10, 2024.
- [16] J. Sistem dan K. Tgd, “KERAN DAN PENAMPUNGAN AIR TEMPAT WUDU,” vol. 3, hal. 30–38, 2024.
- [17] M. F. M. Nor, M. S. Baharudin, dan M. F. M. Arif, “Sistem Fertigasi Pintar Berasaskan Prinsip Venturi,” *Multidiscip. Appl. Res. Innov.*, vol. 5, no. 1, hal. 308–314, 2024, [Daring]. Tersedia pada: <https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/mari>





www.umsida.ac.id



[umsida1912](#)



[umsida1912](#)



universitas
muhammadiyah
sidoarjo



[umsida1912](#)

