

Studi Eksperimental Pengaruh Porositas *Strainer* Terhadap Getaran Pada Sistem Perpipaan

Michael Douglas Tampubolon¹, Amnur Akhyan^{2*}, Mustaza Ma'a³, Fortinov Akbar Irdam⁴

^{1,2,3,4}Prodi Teknik Mesin, Politeknik Caltex Riau
Jl. Umban Sari No. 1 Rumbai, Pekanbaru, Riau, Indonesia

*Corresponding author: akhyan@pcr.ac.id

Abstract

Strainers are filtration devices used in oil and gas industrial piping systems to protect equipment from contaminant particles. This study aims to analyze the effect of strainer porosity on vibration characteristics through an experimental approach. Six strainer configurations were tested with variations in hole patterns (staggered and straight), diameters (3 mm, 4 mm, and 6 mm), and porosity ranging from 25% to 40%. The staggered 6 mm strainer (40% porosity) demonstrated the best performance, exhibiting a lower vibration amplitude of 0.096 mm and a frequency of 58.545 Hz at maximum flow rate, indicating greater stability compared to a system without a strainer. These findings indicate that appropriate selection of strainer porosity and hole pattern has the potential to enhance flow stability and reduce the potential for clogging in piping systems.

Keywords: *Strainer, Porosity, Vibration*

Abstrak

Strainer merupakan alat penyaring dalam sistem perpipaan industri migas yang berfungsi melindungi peralatan dari partikel kotoran. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh porositas strainer terhadap getaran melalui pendekatan eksperimental. Enam konfigurasi strainer diuji dengan variasi pola lubang (staggered dan straight), diameter (3 mm, 4 mm, dan 6 mm), serta porositas 25% hingga 40%. Staggered 6 mm (porositas 40%) menunjukkan performa terbaik dengan amplitudo lebih rendah yaitu 0.096 mm dan frekuensi 58.545 Hz pada debit maksimum yang menunjukkan kestabilan jika dibandingkan dengan menggunakan strainer. Temuan ini menunjukkan bahwa pemilihan porositas dan pola lubang strainer yang tepat berpotensi meningkatkan kestabilan aliran dan mengurangi potensi penyumbatan pada sistem perpipaan.

Kata kunci: *Strainer, Porositas, Getaran*

1. Pendahuluan

Dalam industri migas, menjaga kelancaran aliran cairan sangat penting untuk mencegah kerusakan peralatan dan gangguan operasional. Salah satu cara yang digunakan untuk melindungi peralatan dari partikel atau kotoran yang terbawa dalam aliran adalah dengan menggunakan *Strainer* [1] [2]. *Strainer* digunakan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan mekanis seperti pompa, kompresor, ataupun turbin

akibat dari partikel atau kotoran yang terbawa dalam fluida [3][4].

Saringan atau *strainer* tersedia dalam berbagai jenis, dan umumnya diklasifikasikan sebagai saringan permanen dan sementara. *Strainer* dapat dipasang dekat dengan nosel kompresor atau berjarak sepuluh hingga lima belas diameter pipa dari nosel tersebut, Namun pemasangan saringan sering hanya mempertimbangkan kemudahan instalasi saja [5]. Pemasangan *strainer* pada sistem perpipaan

DOI: <http://dx.doi.org/10.24127/trb.v11i12.4518>

Received 20 August 2025; Received in revised form 24 September 2025; Accepted 16 January 2026

Available online 31 June 2026



mengakibatkan terjadinya perubahan distribusi tekanan dan kecepatan fluida di sekitar area penyaringan [6]. Perubahan ini dapat memicu timbulnya fenomena getaran akibat interaksi antara aliran fluida dan dinding pipa. Getaran tersebut bisa bersifat lokal di sekitar *strainer* atau menjalar ke seluruh jaringan pipa. Karakteristik getaran, seperti amplitudo dan frekuensi [7]. Efektivitas *Strainer* sangat bergantung pada karakteristik penyaring, salah satunya adalah “porositas”. Porositas didefinisikan sebagai rasio antara luas lintasan bebas dan permukaan lateral kerucut [2]

Porositas menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi penurunan tekanan pada *strainer*. Meningkatkan porositas dapat menjadi solusi untuk mengatasi penurunan tekanan. Peningkatan ukuran lubang pada plat perforasi (*punch plate*) dapat mengatasi penurunan tekanan [3]. Pada umumnya, penurunan tekanan dipengaruhi oleh karakteristik geometris dan konstruksi *strainer* itu sendiri, yang apabila geometrisnya tidak sesuai akan menimbulkan penyumbatan dan berdampak besar pada penurunan tekanan [2].

Penyumbatan dalam sistem perpipaan dapat menjadi parameter penting yang mempengaruhi getaran [8]. Ketika pipa tersumbat, aliran fluida terganggu, yang menyebabkan ketidakseimbangan aliran dan peningkatan turbulensi. Kondisi ini menciptakan gaya dinamis yang memicu getaran lebih besar dibandingkan aliran normal [9][10].

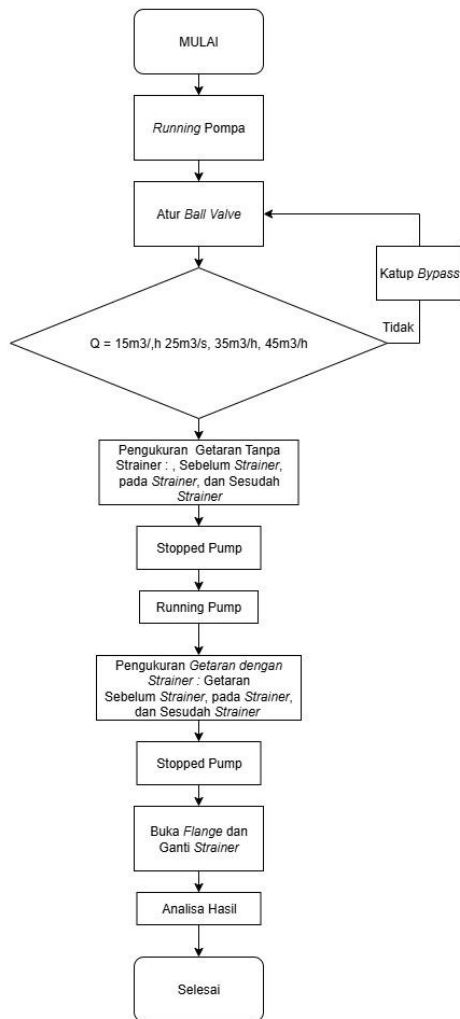
Getaran pada sistem perpipaan menjadi persoalan serius terhadap keamanan dan keandalan pipa saat beroperasi pada high-rise building, dimana kelelahan material merupakan faktor utama penyebab kegagalan. Kelelahan yang dimaksud adalah pengulangan beban yang terjadi secara terus menerus yang dapat menyebabkan retak yang akhirnya memicu kegagalan pada pipa [8]. Kegagalan disebabkan oleh resonansi, yakni kondisi Ketika frekuensi alami berada dekat dengan frekuensi operasi mesin [11]. Pada API 610, untuk mencegah terjadinya resonansi pada

sistem perpipaan, frekuensi alami sistem tersebut harus berada dalam rentang $\pm 10\%$ dari frekuensi eksitasi yang diterapkan [12]. Untuk mengetahui sejauh mana sistem mengalami getaran dapat dihitung menggunakan persamaan [13][14]

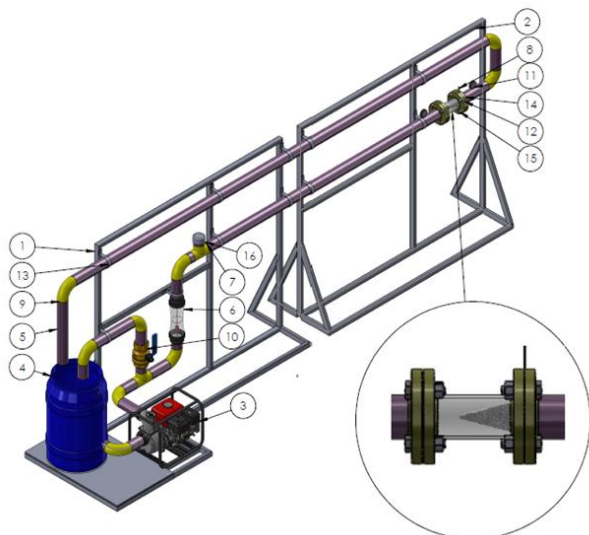
Penelitian ini berfokus pada analisis getaran yang timbul akibat pemasangan *strainer*, dengan tujuan mengidentifikasi kondisi agar penyumbatan tidak menimbulkan getaran berlebih.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk menganalisis pengaruh variasi porositas dan pola lubang *strainer* terhadap karakteristik getaran pada sistem perpipaan. Pengujian dilakukan dengan memasang *strainer* pada sistem uji perpipaan dan mengukur respons getaran berupa amplitudo dan frekuensi pada berbagai konfigurasi *strainer*. Variasi yang diuji meliputi pola lubang (*staggered* dan *straight*), diameter lubang 3 mm, 4 mm, dan 6 mm, serta porositas antara 25% hingga 40%. Data getaran diperoleh pada kondisi debit maksimum dan dianalisis secara komparatif untuk menentukan konfigurasi *strainer* dengan kestabilan sistem terbaik. Untuk memperjelas tahapan penelitian yang dilakukan, alur penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir (flowchart) pada Gambar 1.



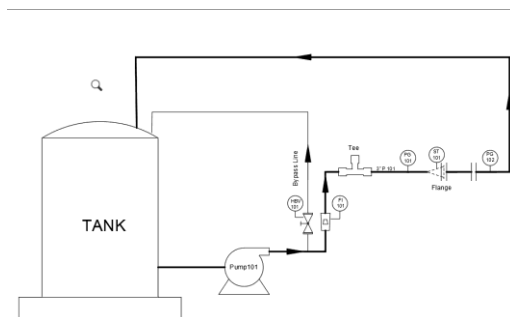
Gambar 1 Flow Chart Penelitian



Gambar 2 Perangkat Uji

Tabel 1 List Part-Part Sistem Perpipaan

| | |
|-----------------|------------|
| 1. Rangka | 9. Elbow |
| 2. Rangka | 10. Valve |
| 3. Pompa | 11. PG |
| 4. Drum | 12. Flange |
| 5. Pipa | 13. Clamp |
| 6. Rotameter | 14. Baut |
| 7. Inlet Chanel | 15. Mur |
| 8. Strainer | 16. Dop |



Gambar 3 Piping and Diagram

Tabel 2 Spesifikasi Pompa

| Parameter | Spesifikasi |
|--|-------------------------|
| Daya Kerja Maksimum | 6.5 HP/3000 |
| Debit Air Maksimum (m ³ /jam) | 58/ m ³ /jam |
| Diameter Lubang Hisap | 3 Inchi |
| Diameter Lubang Dorong | 3 Inchi |
| Tinggi Hisap | 30 m |
| Tinggi Dorong | 30 m |
| Total Head | 26 m |
| Tinggi Hisap | 8 m |

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik Mesin Politeknik Caltex Riau dengan tujuan utama menganalisis pengaruh variasi porositas pada *strainer* terhadap getaran pada sistem perpipaan.

Perhitungan *porositas* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan

$$\beta = \frac{90.69.d^2}{p^2} \% \quad (1)$$

Dengan menggunakan rumus (1) yang didapat nilai *p* *orositas* pada *strainer* pola *staggered* dan *straight* :

Tabel 3 Nilai Porositas *Strainer*

| Pola Lubang | Diameter (mm) | Pitch (mm) | Ketebalan Perforated Plate (mm) | Sudut (Deg) | Porositas (%) |
|------------------|---------------|------------|---------------------------------|-------------|---------------|
| <i>Staggered</i> | 3 | 5 | 0.8 | 74 | 33 |
| | 4 | 7 | 0.8 | 81 | 30 |
| | 6 | 9 | 0.8 | 81 | 40 |
| <i>Straight</i> | 3 | 5 | 0.8 | 74 | 28 |
| | 4 | 7 | 0.8 | 81 | 25 |
| | 6 | 9 | 0.8 | 81 | 35 |

Sistem perpipaan yang digunakan adalah sirkulasi tertutup (*close loop*) dengan variasi debit adalah 15 m³/h, 20 m³/h, 25 m³/h, dan 30 m³/h. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa galvanis berdiameter 3 inci sebagai jalur utama, dan dilengkapi dengan pipa bypass berdiameter 2 inci untuk memudahkan pengaturan aliran dan pengujian. Untuk memantau debit, digunakan rotameter yang dipasang pada *discharge*.

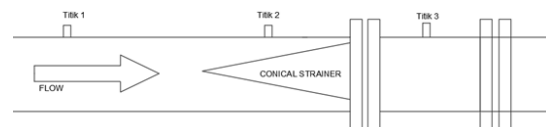


Gambar 4 Perangkat Uji (Sistem Perpipaan)



Gambar 5 *Strainer*

Strainer yang digunakan adalah dengan pola lubang *straight* dan *staggered* dengan tiga variasi diameter lubang, yaitu 3mm, 4 mm, dan 6 mm. Fluida kerja yang digunakan dalam sistem adalah air.



Gambar 6 Titik Pengambilan Data Getaran

Pengukuran getaran dilakukan menggunakan 3D Vibration Tester VM-6480 pada tiga titik pengukuran, yaitu sebelum *strainer*, pada *strainer*, dan sesudah *strainer*, pada domain waktu detik 6,9,12,15,18. Data yang diperoleh dari alat meliputi *acceleration*, *displacement*, dan *velocity*, yang kemudian diolah menjadi nilai amplitudo dan frekuensi. Pengukuran ini dilakukan pada dua tahap, sebelum memasang *strainer* dan sesudah memasang *strainer*, untuk mengetahui perubahan getaran akibat pengaplikasian *strainer* pada sistem perpipaan.



Gambar 7 Pengukuran Menggunakan *Vibration Meter*

Seluruh data yang diperoleh diolah menggunakan *Microsoft Excel* untuk menganalisis pengaruh variasi debit, porositas, dan karakteristik getaran pada sistem perpipaan akibat pemasangan *strainer*.

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut merupakan hasil pengukuran getaran tanpa *strainer*, menggunakan *strainer*. Hasil ini merupakan perhitungan menggunakan rumus amplitudo dengan data yang telah didapatkan dari vibration meter yaitu *displacement*, *velocity*, dan *acceleration*.

Tabel 4 Nilai Amplitudo dan tanpa *Strainer*

| Tanpa <i>Strainer</i> | | |
|-----------------------|----------------|----------------|
| Debit | Amplitudo (mm) | Frekuensi (Hz) |
| 15 | 0.068 | 52.53 |
| 20 | 0.101 | 53.48 |
| 25 | 0.102 | 55.77 |
| 30 | 0.104 | 56.02 |

Tabel 5 Amplitudo (mm) *Strainer* 3mm

| Amplitudo (mm) <i>Strainer</i> 3mm | | |
|------------------------------------|------------------|-----------------|
| Debit (m ³ /h) | <i>Staggered</i> | <i>Straight</i> |
| 15 | 0.093 | 0.104 |
| 20 | 0.096 | 0.112 |
| 25 | 0.105 | 0.114 |
| 30 | 0.114 | 0.125 |

Tabel 6 Frekuensi (Hz) *Strainer* 3 mm

| Frekuensi (Hz) <i>Strainer</i> 3mm | | |
|------------------------------------|------------------|-----------------|
| Debit (m ³ /h) | <i>Staggered</i> | <i>Straight</i> |
| 15 | 47.707 | 50.555 |
| 20 | 48.625 | 51.158 |
| 25 | 48.598 | 52.187 |
| 30 | 50.862 | 55.237 |

Tabel 7 Amplitudo (mm) *Strainer* 4 mm

| Amplitudo (mm) <i>Strainer</i> 4 mm | | |
|-------------------------------------|------------------|-----------------|
| Debit (m ³ /h) | <i>Staggered</i> | <i>Straight</i> |
| 15 | 0.087 | 0.103 |
| 20 | 0.093 | 0.108 |
| 25 | 0.102 | 0.114 |
| 30 | 0.110 | 0.117 |

Tabel 8 Frekuensi (Hz) *Strainer* 4 mm

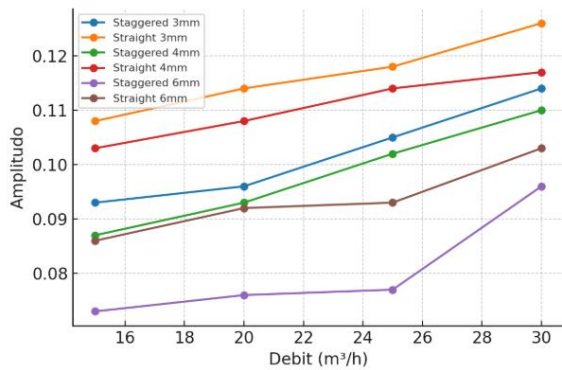
| Frekuensi (Hz) <i>Strainer</i> 4 mm | | |
|-------------------------------------|------------------|-----------------|
| Debit (m ³ /h) | <i>Staggered</i> | <i>Straight</i> |
| 15 | 39.173 | 40.574 |
| 20 | 43.926 | 42.677 |
| 25 | 45.648 | 45.856 |
| 30 | 48.198 | 49.435 |

Tabel 9 Amplitudo (mm) *Strainer* 6mm

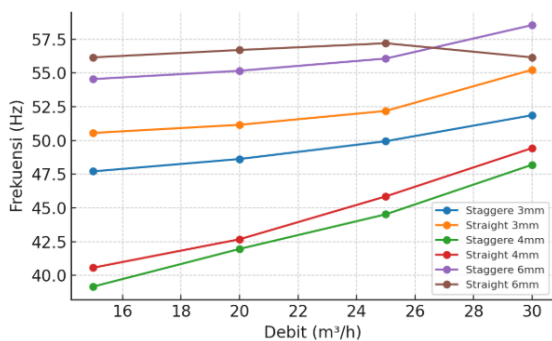
| Amplitudo (mm) <i>Strainer</i> 6mm | | |
|------------------------------------|------------------|-----------------|
| Debit (m ³ /h) | <i>Staggered</i> | <i>Straight</i> |
| 15 | 0.073 | 0.086 |
| 20 | 0.076 | 0.092 |
| 25 | 0.077 | 0.093 |
| 30 | 0.096 | 0.103 |

Tabel 10 Frekuensi(Hz) *Strainer* 6mm

| Frekuensi(Hz) <i>Strainer</i> 6mm | | |
|-----------------------------------|------------------|-----------------|
| Debit (m ³ /h) | <i>Staggered</i> | <i>Straight</i> |
| 15 | 54.547 | 56.154 |
| 20 | 55.159 | 56.700 |
| 25 | 56.066 | 57.201 |
| 30 | 58.545 | 56.152 |



Gambar 8 Amplitude Vs Debit For All Strainer Configurations



Gambar 9 Frekuensi Vs Debit For All Strainer Configurations

Berdasarkan hasil pengujian eksperimental, dapat disimpulkan bahwa pola lubang (*staggered* atau *straight*), diameter lubang (3 mm, 4 mm, 6 mm), dan tingkat *porositas* berpengaruh secara signifikan terhadap karakteristik getaran dan performa penyaringan fluida, terutama ketika *strainer* sudah di aplikasikan. Parameter utama yang dianalisis meliputi amplitudo getaran, frekuensi getaran, pada berbagai debit aliran.

Hal tersebut terlihat jelas pada konfigurasi *staggered* 6 mm dengan *porositas* 40%, yang mencatat amplitudo maksimum hanya sebesar 0.096 mm dengan frekuensi tertinggi 58.545 Hz. Diameter lubang yang lebih besar dan *porositas* yang tinggi memungkinkan fluida mengalir dengan hambatan yang lebih kecil, sehingga tidak terjadi lonjakan tekanan yang signifikan di sekitar *strainer*. Kondisi ini membuat aliran tetap stabil dan mengurangi kemungkinan terjadinya penyumbatan, yang pada akhirnya menurunkan respon getaran sistem. Kondisi serupa juga ditunjukkan oleh *strainer staggered* 4 mm dengan

porositas 30%, yang menghasilkan amplitudo maksimum sebesar 0.11 mm dan frekuensi maksimum 48.198 Hz. Meskipun diameter lubangnya lebih kecil dibandingkan 6 mm, pola lubang *staggered* tetap mampu mendistribusikan aliran secara merata. Hal ini menyebabkan amplitudo getaran tetap rendah dan frekuensi berada dalam batas aman, menunjukkan bahwa kombinasi pola *staggered* dan *porositas* yang cukup efektif dalam meredam getaran.

Sebaliknya, konfigurasi *straight* 3 mm dengan *porositas* rendah (28%) menunjukkan performa yang paling buruk. Pada konfigurasi ini, diameter lubang yang kecil dan pola lubang lurus menyebabkan aliran fluida lebih mudah terkonsentrasi dan mengalami hambatan yang lebih besar. Kondisi tersebut meningkatkan gangguan aliran serta memperbesar fluktuasi tekanan, sehingga amplitudo getaran meningkat hingga 0.125 mm dengan frekuensi 55.237 Hz. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi diameter kecil, *porositas* rendah, dan pola lubang *straight* cenderung memicu getaran yang lebih besar.

Strainer staggered 3 mm dengan *porositas* 33% menunjukkan performa yang sedikit lebih baik dibandingkan *straight* 3 mm, dengan amplitudo maksimum sebesar 0.114 mm. Namun demikian, diameter lubang yang masih relatif kecil tetap menyebabkan hambatan aliran yang cukup besar. Akibatnya, meskipun pola *staggered* membantu mendistribusikan aliran, peningkatan getaran masih terjadi jika dibandingkan dengan *strainer* berdiameter lubang 4 mm dan 6 mm.

Fenomena penurunan frekuensi getaran setelah pemasangan *strainer* pada sistem perpipaan dapat dijelaskan menggunakan model sistem massa–pegas–peredam [13]. Keberadaan *strainer* menambah elemen struktural dan hambatan aliran pada sistem, yang secara efektif dapat meningkatkan massa dan redaman sistem. Peningkatan massa dan redaman ini secara teoritis akan menurunkan frekuensi alami sistem, khususnya pada *strainer* dengan diameter lubang kecil yang memiliki

hambatan aliran lebih besar. Hal ini diperkuat oleh penelitian sebelumnya [15] yang menyatakan bahwa penambahan massa terkonsentrasi pada pipa cenderung menurunkan frekuensi getaran.

Namun, pada konfigurasi *staggered* 6 mm, frekuensi getaran yang dihasilkan relatif lebih tinggi dibandingkan konfigurasi lainnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa hambatan aliran pada konfigurasi tersebut relatif kecil, sehingga sistem tetap beroperasi secara stabil. Porositas yang besar memungkinkan fluida mengalir lebih merata dan mengurangi gangguan aliran yang berlebihan, sehingga perubahan karakteristik dinamis sistem menjadi minimal.

Kecenderungan peningkatan amplitudo dan frekuensi seiring dengan bertambahnya debit aliran terlihat pada seluruh konfigurasi *strainer*. Hal ini sejalan dengan penelitian [7] yang menyatakan bahwa peningkatan kecepatan aliran akan meningkatkan gaya dinamis yang bekerja pada pipa, sehingga respon getaran sistem juga meningkat. Namun demikian, besarnya peningkatan respon getaran berbeda-beda tergantung pada pola dan diameter lubang *strainer*.

Dari perspektif desain, konfigurasi dengan porositas tinggi (diameter 6 mm) dan pola *staggered* dapat dianggap paling stabil, karena kombinasi ini mampu menjaga amplitudo rendah sambil mempertahankan frekuensi dalam batas aman. Sebaliknya, konfigurasi *straight* 3 mm dengan *porositas* rendah dapat memicu amplitudo tinggi dan berpotensi meningkatkan getaran berlebih pada sistem, terutama pada debit maksimum.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian enam jenis *strainer*, pola *staggered* terbukti lebih efektif meredam getaran dibandingkan pola *straight*, terutama pada porositas tinggi yang mampu menjaga kestabilan aliran meskipun debit meningkat. *Strainer staggered* dengan lubang 4 mm menghasilkan amplitudo terendah, sedangkan lubang 6 mm memiliki

toleransi tinggi terhadap peningkatan debit sambil mempertahankan getaran dalam batas aman. Secara keseluruhan, kombinasi pola *staggered* dan porositas besar direkomendasikan untuk meminimalkan getaran pada sistem perpipaan. Sebaiknya digunakan alat digital yang terhubung dengan perangkat lunak sehingga data dari beberapa titik dapat diperoleh secara simultan dan dianalisis secara *real-time*. Selain itu, Penggunaan *strainer* dengan section pipa bening direkomendasikan untuk memudahkan observasi visual pola aliran, penyumbatan, dan respon getaran sistem.

Referensi

- [1] Y. A. Khulief *et al.*, "Vortex Shedding-Free Strainers," 2011. doi: 10.1177/0954408911403979.
- [2] M. Carlomagno, S. Rossin, M. Delvecchio, and A. Anichini, "Experimental and Numerical Validation of Conical Strainer Fluid/Structural Performance Model," 2012. doi: 10.1115/gt2012-69751.
- [3] G. M. Development of an Efficient T-Type Strainer With Its Performance Evaluation Mahajan and R. S. Maurya, "Development of an Efficient T-Type Strainer With Its Performance Evaluation," 2020. doi: 10.18186/thermal.836499.
- [4] K. Sotoodeh, "Handling the pressure drop in strainers," *Mar. Syst. Ocean Technol.*, vol. 14, no. 4, pp. 220–226, 2019, doi: 10.1007/s40868-019-00063-2.
- [5] R. W. Motriuk, "A Perforated Conical Strainer as an Example of an Acoustic Noise Generator," 2003. doi: 10.1115/pvp2003-2089.
- [6] K. Ridhuan, E. Budiyanto, and M. Atiq, "Pengaruh laju aliran udara dan lubang uap air terhadap kinerja kompor dengan bahan bakar oli bekas," vol. 11, no. 2, pp. 308–316, 2022.
- [7] E. S. Udoetok, "Internal Fluid Flow

- Induced Vibration of Pipes,” *J. Mech. Des. Vib.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2018, doi: 10.12691/jmdv-6-1-1.
- [8] S. Saha, “A Time History Method for Analysing Operational Piping Vibrations,” *World J. Mech.*, vol. 02, no. 06, pp. 325–333, 2012, doi: 10.4236/wjm.2012.26038.
- [9] I. Gede Eka Lesmana, F. Chairunisa, M. P. Hartanto, and H. Rovida Camalia, “Pengaruh Getaran Pompa Terhadap Aliran Fluida pada Proses Pemipaan Skala Laboratorium Analysis of the Effect of Pumps Vibration on Piping Process Fluid Flow in Laboratory Scale,” *J. Asimetrik J. Ilm. Rekayasa Dan Inov. Anal.*, vol. 4, pp. 201–208, 2022.
- [10] M. Siba, W. Wanmahmood, M. Zaki Nuawi, R. Rasani, and M. Nassir, “Flow-induced vibration in pipes: Challengess and solutions - A review,” *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 11, no. 3, pp. 362–382, 2016.
- [11] X. Wu *et al.*, “Stress analysis of reciprocating pump pipeline system in oil station,” *J. Chem. Pharm. Res.*, vol. 6, no. 7, pp. 2026–2032, 2014.
- [12] A. Septiyani, A. W. Husodo, and P. Mahardhika, “Analisa Dinamik pada Sistem Perpipa-an akibat Getaran Pompa,” *Proceeding Conf. Pip. Eng. its Appl.*, no. 1, pp. 73–78, 2018, [Online]. Available: <http://journal.ppns.ac.id/index.php/CEAA/article/view/537>
- [13] S. S. Rao and P. Griffin, “Mechanical vibrations fifth edition in si units,” *Mech. Vib.*, 2012.
- [14] W. T. Thomson, *Teori getaran dengan penerapan*. Erlangga, 1986. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=SpKvAQAACAAJ>
- [15] A. Ergut, “Analysis of Transverse Vibration in a Concentrated Mass Rayleigh Pipe,” *Symmetry (Basel)*, vol. 17, no. 3, 2025, doi: 10.3390/sym17030371.