



# Analisis 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*

I Gede Eka Lesmana\*, Febriani Chairunisa, Maria Putri Hartanto dan Rovida Camalia H.

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pancasila, 12640, Jakarta, Indonesia

### Informasi artikel

Diterima:  
17/05/2022  
Direvisi:  
08/06/2022  
Disetujui:  
25/06/2022

### Abstract

*Piping installations are generally used to drain fluids with the help of tools such as pumps. The pump motor causes a high enough vibration so that if it is connected to a piping installation it can cause vibrations in the pipe. If the vibration generated by the pump against the pipe is strong enough, it can cause problems such as misalignment, and others. To identify the resulting vibration. In this study, using variations in the diameter of the pipe and variations in the distance of the blockage in the clogged pipe. Variations in the diameter of the pipes used are 1/2", 3/4", 1", 1 1/4", dan 1 1/2". And the variation of the distance of the blockage on the pipe that is plugged is 196.5 cm, 206.5 cm, 216.5 cm, 226.5 cm, and 236.5 cm. The comparison of the value of the vibration velocity becomes a reference to determine the diameter of the pipe that is suitable for installation and to find out that the clogged pipe can flow fluid. Based on the results of this study, a pipe with a diameter of 1/2" has the highest vibration velocity value of 6.1 mm/s and a pipe with a diameter of 1 1/2" has the lowest vibration velocity value of 0.82 mm/s and in the condition of a clogged pipe the value is 1,04 mm/s and the average value of the vibration velocity in the pipe under normal conditions is 0.7 mm/s.*

*Keywords: pipe, vibration, pump, pipe blockage, misalignment.*

### Abstrak

Instalasi pemipaan pada umumnya digunakan untuk mengalirkan fluida dengan bantuan alat seperti pompa. Motor pompa menimbulkan getaran yang cukup tinggi sehingga jika dihubungkan pada instalasi perpipaan dapat menimbulkan getaran pada pipa. Apabila getaran yang dihasilkan pompa terhadap pipa cukup kuat, dapat menimbulkan masalah seperti *misalignment*, dan lain-lain. Untuk mengidentifikasi getaran yang dihasilkan. Pada penelitian ini, menggunakan variasi diameter pipa dan variasi jarak sumbatan pada pipa yang disumbat. Variasi diameter pipa yang digunakan berukuran diameter 1/2", 3/4", 1", 1 1/4", dan 1 1/2". Dan variasi jarak sumbatan pada pipa yang disumbat berjarak 196,5 cm; 206,5 cm; 216,5 cm; 226,5 cm; dan 236,5 cm. Perbandingan nilai kecepatan getaran menjadi satu acuan untuk mengetahui diameter pipa yang cocok digunakan untuk instalasi dan untuk mengetahui pada pipa yang disumbat tersebut dapat mengalirkan fluida. Berdasarkan hasil penelitian ini, pipa dengan diameter 1/2" mempunyai nilai kecepatan getaran tertinggi yaitu 6,1 mm/s dan pipa dengan diameter 1 1/2" mempunyai nilai kecepatan getaran terendah yaitu 0,82 mm/s dan pada kondisi pipa yang disumbat bernilai 1,04 mm/s dan nilai rata-rata kecepatan getaran pada pipa dengan kondisi normal bernilai 0,7 mm/s.

**Kata Kunci:** pipa, getaran, pompa, sumbatan, *misalignment*.

\*Penulis Korespondensi. Tel: - ; Handphone: +62 813 8820 8275  
email : [gdesmana@univpancasila.ac.id](mailto:gdesmana@univpancasila.ac.id)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

## 1. PENDAHULUAN

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan fluida pada umumnya dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi atau dari daerah yang bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi (Sularso dan Tahara, 2000; Lobanoff dan Ross, 2013). Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian isap dan bagian tekan (Lubis, Siregar dan Siregar, 2020).

Dalam penggunaan pompa masih terdapat banyak variabel yang mempengaruhi kinerja dari pompa salah satunya adalah getaran, getaran merupakan salah satu permasalahan dari pompa yang dapat merusak kinerja pompa (Riza, 2019). Getaran merupakan salah satu efek yang terjadi akibat adanya perbedaan dari aliran fluida yang terjadi dalam pipa. Salah satunya pengaruh dari variasi diameter pipa transmisi terhadap performansi sistem pompa (Vergiansyah dan Siregar, 2019).

Sistem pemipaan merupakan bagian penting dari rekayasa masyarakat modern maupun infrastruktur (Agustian, 2019). Kebutuhan akan sistem pemipaan cenderung semakin meningkat sebagai media transportasi pemindah fluida. Sistem pemipaan dianggap memiliki tingkat integritas yang tinggi serta lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan sistem transportasi lainnya.

Penggunaan pipa untuk mengalirkan air sangat penting bagi masyarakat dalam memenuhi kebutuhan. Gangguan pada sistem pemipaan dapat menghambat terpenuhinya kebutuhan air. Dalam dunia Industri, sistem pemipaan juga digunakan untuk mengalirkan fluida guna memenuhi kebutuhan produksi. Untuk mengantisipasi masalah pada sistem pemipaan, dapat diidentifikasi dengan menggunakan getaran yang terjadi pada sistem (Hariady, 2014; Yahya dan Huda, 2017). Salah satunya getaran pipa akibat pengaruh bukaan katup dan konfigurasi *support* yang memberikan perubahan pada getaran yang dihasilkan (Waspodo, 2017).

Vergiansyah dan Siregar, menggunakan sinyal digital dari hasil pengukuran tekanan untuk mengetahui performansi sistem pompa dari variasi diameter pipa transmisi (Vergiansyah dan Siregar,

2019). Dari penelitian tersebut, memperoleh hasil bahwa semakin besar diameter pipa transmisi menghasilkan debit pemompaan yang semakin besar, kecepatan aliran semakin kecil, *head* pompa yang semakin kecil, daya air yang semakin besar, dan efisiensi total yang semakin besar hal tersebut sejalan dengan pendapat Isa dan Alhaffis (Isa dan Alhaffis, 2019). Dan semakin tinggi tekanan pemompaan akan menghasilkan kecepatan aliran yang semakin kecil (Wardjito, 2012), debit pemompaan semakin kecil, *head* pompa semakin besar, daya air semakin besar, dan efisiensi total semakin besar (Triantoro, 2015).

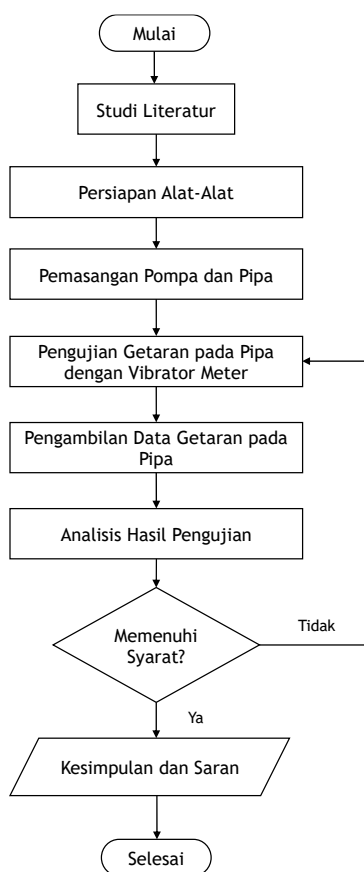
Wicaksono dan Subekti (Wicaksono dan Subekti, 2021) menggunakan metode *Fast Fourier Transform (FFT)* yang digunakan pada instalasi pipa besi dengan variasi bukaan katup untuk mengatur debit yang mengalir dan jumlah *support* yang menjadi penyangga pipa untuk mengatasi getaran yang terjadi. Dari penelitian tersebut diperoleh dua buah kondisi bukaan katup yaitu katup penuh dan bukaan katup setengah, dengan dan tanpa penghalang. Pada bukaan katup penuh, amplitudo pada penggunaan 4 *support* menghasilkan  $1,7 \text{ m/s}^2$  dan pada penggunaan 2 *support* menghasilkan  $4,2 \text{ m/s}^2$ . Hal itu menunjukkan pada bukaan katup penuh terjadi penurunan *noise* saat jumlah *support* ditambahkan. Pada bukaan katup setengah, amplitudo pada penggunaan 4 *support* menghasilkan  $1,8 \text{ m/s}^2$  dan pada penggunaan 2 *support* menghasilkan  $2,4 \text{ m/s}^2$ . Hal ini menunjukkan bahwa saat konfigurasi 4 *support* digunakan, maka *noise* yang terjadi akan berkurang atau mengecil. Dan pada penghalang menunjukkan kenaikan yang diakibatkan adanya gaya *lift* pada penghalang karena menyebabkan frekuensi pada pipa semakin tinggi dan terdapat kenaikan frekuensi pada pipa.

Pada penelitian ini perbandingan nilai getaran pada variasi diameter pipa, menggunakan pipa PVC dengan variasi diameter berukuran  $\frac{1}{2}$ "",  $\frac{3}{4}$ "", 1",  $1\frac{1}{4}$ " dan  $1\frac{1}{2}$ ". Penelitian ini bertujuan untuk melihat perbandingan getaran jika ukuran diameter di perkecil dua ukuran dari standarnya dan juga diperbesar dua ukuran dari standarnya agar bisa membandingkan getaran yang terjadi pada kondisi tersebut.

Untuk mengidentifikasi kecepatan getaran yang terjadi pada pipa tersebut, sinyal getaran ditangkap dengan menggunakan sensor getaran.

## 2. METODOLOGI

Pada penelitian ini, memiliki beberapa langkah-langkah penelitian yang dibuat dalam diagram alir. Langkah penelitian tersebut dilakukan secara berurutan untuk mendapatkan hasil penelitian yang benar. Adapun tahapan penelitian ini ditampilkan pada [Gambar 1](#). Diagram Alir metode penelitian dari analisis pengaruh getaran terhadap kinerja pompa dengan skala laboratorium.



**Gambar 1.** Diagram alir

Seperti yang terlihat pada diagram alir pada [Gambar 1](#), sebelum melakukan pengambilan data, mempersiapkan dan memasang alat seperti, pompa, pipa ukuran terkecil ( $\frac{1}{2}$ "") dan sambungannya serta penampungan air. Setelah alat (instalasi) terpasang, dipasang sensor getaran pada titik tiga yang telah ditentukan yaitu di

dekat pompa (sisi *inlet*), di antara *inlet* dan *outlet* serta sisi keluar (*outlet*) pipa. Instalasi yang sudah siap diisi air pada penampungan kemudian pompa dinyalakan hingga *steady* ( $\pm 15$  menit). Setelah kondisi *steady*, alat sensor getaran dinyalakan dan dilakukan pengambilan data. Cara yang sama juga dilakukan untuk pipa dengan diameter  $\frac{3}{4}$ ", 1",  $1\frac{1}{4}$ " dan  $1\frac{1}{2}$ ".

### 2.1. Tahap Pengaturan Alat

Pengambilan data pada penelitian ini, menggunakan instalasi pompa dengan *closed loop system*. *Closed loop system* adalah sistem tertutup atau jaringan pemipaan memutar, yaitu ujung pipa terakhir (hilir) menyambung kembali ke ujung awal pipa (hulu), air yang keluar berputar dan kembali masuk kedalam pompa. Berikut instalasi pipa yang digunakan pada pengujian yang ditunjukkan pada [Gambar 2](#) dan [Gambar 3](#).



**Gambar 2.** Instalasi pompa pada pengujian variasi diameter pipa



**Gambar 3.** Instalasi pompa pada pengujian variasi jarak sumbatan pada pipa yang disumbat

Pipa yang digunakan pada pengujian ini menggunakan pipa PVC, pada pengujian yang menggunakan variasi diameter pipa memiliki variasi ukuran  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{4}$ ", 1",  $1\frac{1}{4}$ " dan  $1\frac{1}{2}$ ".

Dan pada pengujian variasi jarak sumbatan pada pipa yang disumbat menggunakan pipa PVC dengan ukuran pipa 1". Sumbatan yang digunakan pada pipa yang disumbat menggunakan material kayu yang berbentuk tabung dengan diameter 26 mm dan dilubangi dibagian tengah dengan diameter 8 mm. Variasi dari jarak sumbatan yang akan digunakan berjarak 196,5 cm; 206,6 cm; 216,5 cm; 226,5 cm; dan 236,5 cm dari pompa.

Pada pengujian dengan variasi diameter pipa diambil dari 3 titik pengambilan data. Setiap titik dipasang sensor untuk menerima sinyal getaran dan kemudian dihubungkan dengan *vibration meter*. Titik A berada pada tengah pipa, titik B berada pada *inlet* pipa yang dekat dengan pompa serta diberi sumbatan dengan nilai bervariasi dan titik C berada pada *outlet* pipa. Detail titik pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Titik pengambilan data

## 2.2. Tahap Pengambilan Data

Dalam pengambilan data diperlukan urutan atau tahapan Langkah, agar hasil data sesuai dengan kondisi optimal. Berikut adalah tahapan yang dilakukan untuk pengambilan data tersebut:

- 1). Menghidupkan pompa air;
- 2). Menentukan titik untuk pengambilan data menggunakan *vibration meter*; Pengambilan nilai getaran menggunakan *vibration meter* ditentukan oleh titik A, B, dan C. Gambar merupakan titik yang ditempelkan sensor dari *vibration meter* pada saat pengujian berlangsung.
- 3). Merekam data sinyal getaran menggunakan sensor; Langkah-langkah penggunaan *vibration meter*:
  - (1). Sambungkan kabel sensor dengan alat *vibration meter*;
  - (2). Nyalakan *vibration meter* dengan menekan tombol *power*, lalu pastikan

tombol ada pada bagian *Velocity* dan *Peak*;

- (3). Tempelkan sensor pada titik pengambilan data, nilai kecepatan getaran akan muncul pada monitor *vibration meter*.
- 4). Mencatat hasil data hasil pengujian pada sensor.

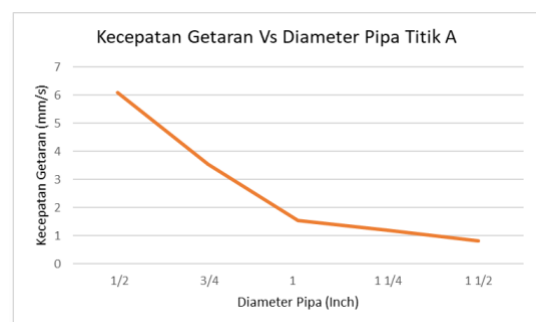
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil data dari pengujian didapatkan nilai kecepatan getaran pada titik A, B dan C, dengan variasi diameter pipa berukuran 1/2", 3/4", 1", 1 1/4" dan 1 1/2" ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata kecepatan getaran pada variasi diameter pipa

No.	Variasi Diameter	Kecepatan Getaran pada Pipa (mm/s)		
		A	B (Sumbatan)	C (Output)
1	1/2"	6,10	0,68	1,50
2	3/4"	3,54	0,58	0,53
3	1"	1,55	0,43	0,92
4	1 1/4"	1,19	0,44	0,89
5	1 1/2"	0,82	0,94	0,62

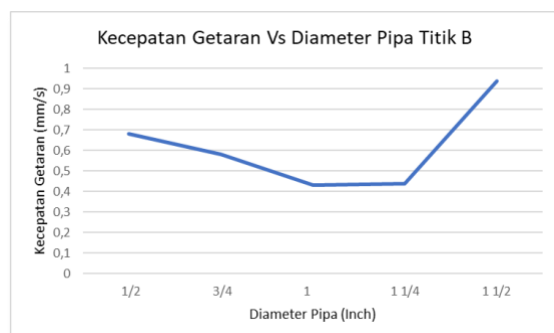
Tabel 1 merupakan tabel data rata-rata kecepatan tiap diameter pada titik A, titik B, dan titik C. Setiap titik memiliki variasi kecepatan getaran yang berbeda akibat getaran pompa dan sumbatan.



Gambar 5. Rata-rata kecepatan getaran terhadap diameter pipa pada titik A

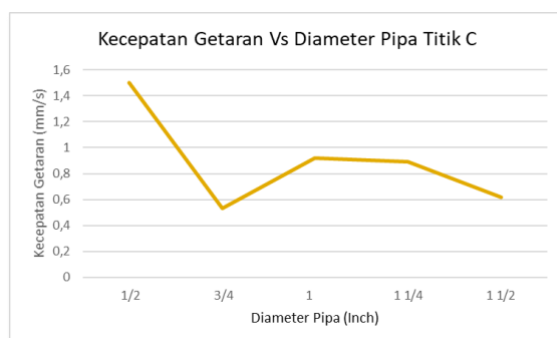
Berdasarkan Gambar 5 grafik rata-rata kecepatan getaran terhadap diameter pipa pada titik A, terlihat bahwa semakin besar diameter pipa maka semakin rendah kecepatan getaran pipa. Pada koordinat sumbu Y grafik tersebut menunjukkan kecepatan getaran dengan satuan

mm/s dan koordinat sumbu X menunjukkan diameter pipa dengan satuan inci. Dapat dilihat dari Gambar 5, bahwa pada titik A nilai getaran tertinggi ada pada diameter pipa 1/2" dan getaran terendah ada pada diameter 1 1/2", pada titik B getaran tertinggi ada pada diameter 1 1/2" dan terendah pada diameter 1", dan pada titik C getaran tertinggi ada pada diameter 1/2" dan terendah pada diameter 3/4".



Gambar 6. Rata-rata kecepatan getaran terhadap diameter pipa pada Titik B

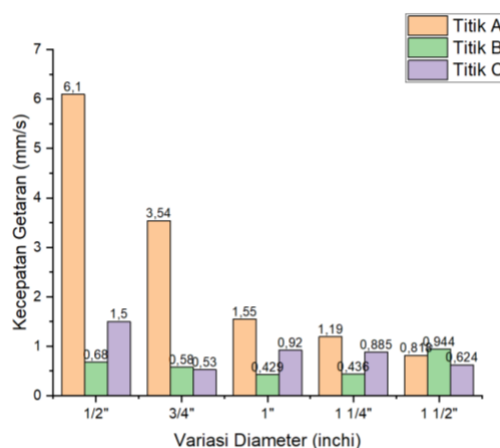
Pada Gambar 6, rata-rata kecepatan getaran terhadap titik B terlihat bahwa besarnya kecepatan getaran pipa cukup berfluktuatif. Pada saat diameter Pipa 1/2" sampai dengan 1", semakin besar diameter pipa maka kecepatan getaran semakin tinggi. Namun pada diameter lebih dari 1", semakin besar diameter, kecepatan getaran semakin tinggi (berbanding lurus). Kecepatan getaran tertinggi pada pipa yang diberi sumbatan yaitu pada diameter 1 1/2" sebesar 0,94 mm/s sedangkan kecepatan getaran terendah terjadi pada pipa berdiameter 1" sebesar 0,43 mm/s.



Gambar 7. Rata-rata kecepatan getaran terhadap diameter pipa pada titik C

Pada Gambar 7, rata-rata kecepatan getaran terhadap titik C terlihat bahwa besarnya

kecepatan getaran pipa cukup berfluktuatif. Terjadi penurunan kecepatan getaran pada diameter pipa 3/4", kemudian naik pada diameter 1" kemudian terjadi penurunan kecepatan getaran hingga diameter 1 1/2". Kecepatan getaran tertinggi pada pipa yang outlet pipa yaitu pada diameter 1/2" sebesar 1,5 mm/s sedangkan kecepatan getaran terendah terjadi pada pipa berdiameter 3/4" sebesar 0,53 mm/s.



Gambar 8. Rata-rata kecepatan getaran terhadap variasi diameter pipa

Titik A merupakan titik dimana variasi diameter itu terjadi, dapat dilihat dari Gambar 8 yang menunjukkan grafik rata-rata kecepatan getaran tiap diameter dengan koordinat sumbu Y menyatakan kecepatan getaran dengan satuan mm/s dan koordinat sumbu X menyatakan Diameter pipa dengan satuan (inci). Berdasarkan grafik tersebut getaran terbesar yaitu 6,10 mm/s terjadi pada diameter 1/2" atau diameter terkecil dari diameter yang divariasikan dan getaran terkecil yaitu 0,82 mm/s terjadi pada pipa berdiameter 1 1/2" atau diameter pipa terbesar dari pipa yang divariasikan.

Pada rentan waktu 10 detik, kecepatan getaran tersebut mengalami tingkat getaran yang tidak stabil, itu di karenakan besarnya gaya dari displacement ini biasanya dipengaruhi oleh amplitude yang dihasilkan oleh vibrasi. Oleh karena itu, semakin tinggi amplitude yang ada, semakin tinggi vibrasi yang dihasilkan oleh pipa tersebut, hal itu menunjukkan terjadinya perubahan nilai kecepatan getaran yang tidak stabil pada setiap perubahan waktu.

Pada hasil data yang sudah diperoleh dapat dilihat bahwa pipa diameter yang lebih kecil mempunyai nilai kecepatan aliran yang lebih besar itu terjadi karena friksi yang lebih besar maka dari itu getaran yang dihasilkan oleh diameter yang lebih kecil lebih besar. Penggantian diameter pipa dapat mempengaruhi getaran yang terjadi karena diameter pipa mempengaruhi aliran fluida dalam pipa tersebut, tetapi diameter pipa juga dapat mempengaruhi debit pemompaan, *head* pompa, daya air, dan efisiensi.

Pada pengambilan data untuk mengukur nilai kecepatan getaran pada pengujian variasi jarak sumbatan pada pipa yang disumbat memiliki 3 titik pengambilan data yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Titik pengambilan data untuk variasi jarak

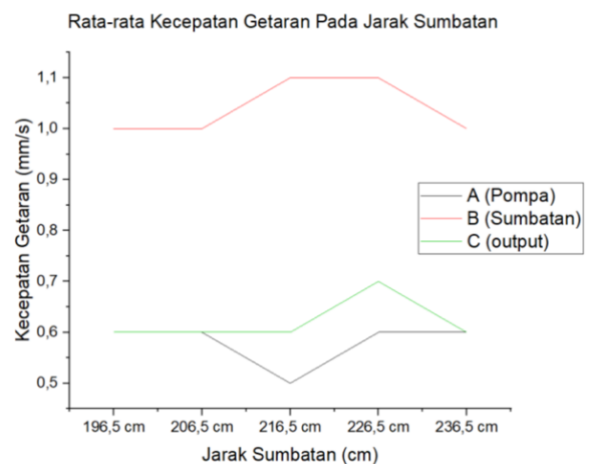
Hasil data dari pengujian nilai kecepatan getaran pada variasi jarak sumbatan dengan pipa yang disumbat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata kecepatan getaran pada variasi jarak sumbatan pada pipa yang disumbat

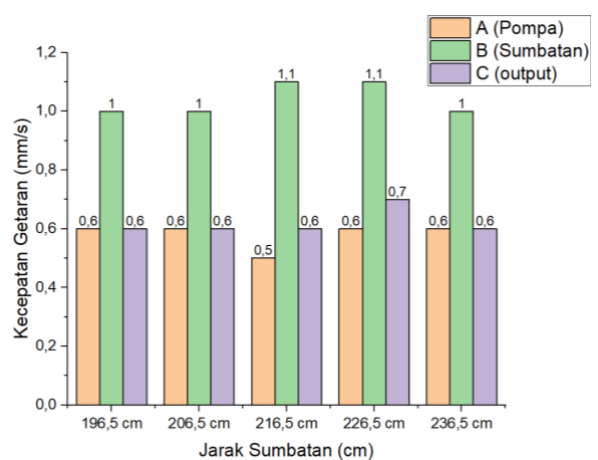
No.	Jarak Sumbatan (cm)	Kecepatan Getaran Pada Pipa (mm/s)		
		A (Pompa)	B (Sumbatan)	C (Output)
1	196,5	0,6	1	0,6
2	206,5	0,6	1	0,6
3	216,5	0,5	1,1	0,6
4	226,5	0,6	1,1	0,7
5	236,5	0,6	1	0,6

Hasil kecepatan getaran dari seluruh variasi jarak sumbatan yang berada pada pipa yang disumbat, data dari pengujian tersebut dapat dilihat bahwa dari pengujian variasi jarak pertama hingga pengujian variasi jarak ke-5 memiliki nilai

yang konstan yang rata-rata kecepatan getaran pada titik sumbatan bernilai sebesar 1,04 mm/s. Kecepatan getaran dari seluruh pipa *output* pada pengujian pipa yang disumbat dengan variasi jarak sumbatan menunjukkan nilai yang konstan dari pengujian variasi jarak sumbatan ke-1 sampai pengujian variasi jarak sumbatan ke-5. Rata-rata kecepatan getaran yang dihasilkan dari pengujian pertama hingga pengujian kelima bernilai sebesar 0,6 mm/s. Dan data pengujian pada pompa dari pengujian pertama hingga pengujian kelima memiliki nilai rata-rata kecepatan getaran yang konstan dan sama dengan nilai kecepatan getaran pada pipa *output* yang bernilai sebesar 0,6 mm/s. Data rata-rata kecepatan getaran pada jarak sumbatan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Rata-rata kecepatan getaran pada jarak sumbatan



Gambar 11. Perbandingan rata-rata kecepatan getaran pada variasi jarak sumbatan pada pipa yang disumbat

Pada Gambar 11, menampilkan perbandingan rata-rata kecepatan getaran pada variasi jarak sumbatan pada pipa yang disumbat perbandingan tersebut menunjukkan, bahwa nilai kecepatan getaran pada daerah yang disumbat lebih besar dibandingkan dengan pipa kondisi normal tanpa disumbat. Pengujian tersebut menunjukkan bahwa pada daerah yang disumbat memiliki nilai kecepatan getaran lebih besar dibandingkan dengan kecepatan getaran pada pipa dengan kondisi normal.

Data pada pengujian dengan kondisi pipa normal atau pipa tanpa sumbatan menunjukkan rata-rata kecepatan getaran yang dihasilkan sebesar 0,7 mm/s. Dan data pengujian pada kondisi pipa yang disumbat menunjukkan rata-rata kecepatan getaran yang dihasilkan sebesar 1,04 mm/s. Perbandingan pada nilai rata-rata kecepatan getaran pada pipa yang disumbat dengan pipa dengan kondisi normal tanpa disumbat memiliki nilai perbandingan sebesar 0,34 mm/s. Pada perbandingan tersebut menunjukkan, bahwa nilai kecepatan getaran pada daerah yang disumbat lebih besar dibandingkan dengan pipa kondisi normal tanpa disumbat. Pengujian tersebut menunjukkan, bahwa pada daerah yang disumbat memiliki nilai kecepatan getaran lebih besar dibandingkan dengan kecepatan getaran pada pipa dengan kondisi normal.

#### 4. SIMPULAN

Bedasarkan hasil pengujian variasi diameter pipa, menunjukan bahwa pipa dengan diameter 1/2" (pipa dengan diameter terkecil) mempunyai nilai kecepatan getaran tertinggi yaitu 6,1 mm/s dan pipa dengan diameter 1 1/2" (pipa dengan diameter terbesar) mempunyai nilai kecepatan getaran terendah yaitu 0,82 mm/s. Hal tersebut menunjukkan bahwa getaran yang dihasilkan pada pipa diameter yang lebih kecil mempunyai nilai kecepatan getaran yang lebih besar itu terjadi karena friksi yang lebih besar maka dari itu getaran yang dihasilkan oleh diameter yang lebih kecil lebih besar.

Selain itu, pengujian variasi jarak sumbatan pada pipa yang disumbat, pada kondisi pipa yang disumbat memiliki nilai kecepatan getaran yang

lebih besar dibandingkan dengan kondisi pada pipa normal. Nilai rata-rata kecepatan getaran pada kondisi pipa yang disumbat bernilai 1,04 mm/s dan nilai rata-rata kecepatan getaran pada pipa dengan kondisi normal bernilai 0,7 mm/s. Perbandingan dari rata-rata nilai kecepatan getaran tersebut bernilai 0,3 mm/s. Hal tersebut menunjukkan getaran yang dihasilkan pada daerah yang disumbat lebih besar dibandingkan dengan pipa kondisi normal tanpa disumbat.

Hasil pengujian akhir menunjukkan, bahwa sumbatan memiliki nilai kecepatan getaran lebih tinggi dikarenakan ada sumbatan yang menghalangi aliran fluida, namun sumbatan yang digunakan pada pipa yang disumbat masih diterima (*acceptable*), karena sumbatan tersebut masih mampu mengalirkan fluida, walaupun kecepatan getaran yang dihasilkan dengan kondisi pipa normal ataupun pada pipa *output*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, R. (2019) *Analisa Performa Pompa Sentrifugal Merk Nijhuis Dan Thorisima Selama 5 Tahun*. PhD Thesis. Universitas Islam Majapahit Mojokerto.
- Hariady, S. (2014) 'Analisa Kerusakan Pompa Sentrifugal 53-101C WTU Sungai Gerong PT. Pertamina RU III Plaju', *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 2(1), hal 29-42.
- Ilsa, M. dan Alhaffis, F. (2019) 'Perencanaan Perawatan Berdasarkan Metode Ismo Pada Pompa Sentrifugal Type Y3-160M2-2 di PDAM Cabang Sungai Pakning', in *Seminar Nasional Industri dan Teknologi*, hal. 243-251.
- Lobanoff, V.S. dan Ross, R.R. (2013) *Centrifugal Pumps: Design and Application*. Elsevier. [Cetak].
- Lubis, S., Siregar, I. dan Siregar, A.M. (2020) 'Karakteristik Unjuk Kerja 2 Pompa Sentrifugal Dengan Susunan Seri Sebagai Turbin Pat', *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(2), hal. 85-92.
- Riza (2019) *Rancang Bangun Sistem Pompa Air Bersih Menggunakan Pompa Sentrifugal Dan Water Level Control (WLC) Untuk Gedung Bertingkat Di RSUD Ulin Banjarmasin*. PhD Thesis. Universitas Islam Kalimantan.
- Sularso and Tahara, H. (2000) 'Pompa dan kompresor', *Edisi Ketujuh Pradnya Paramitha*. Jakarta [Cetak].
- Triantoro, B. (2015) *Alat Uji Pengaruh Variasi Panjang Nozzle Terhadap Efisiensi Jet Pump (Perawatan*

dan Perbaikan). PhD Thesis. Politeknik Negeri Sriwijaya.

- Vergiansyah, R.C. dan Siregar, I.H. (2019) 'Karakteristik Pompa Sentrifugal Dengan Bilah Beralur Dalam Tipe Semi Tertutup', *Jurnal Teknik Mesin*, 7(3), hal 57-64.
- Wardjito. (2012) 'Perencanaan Instalasi Pompa Return Pump Dengan Kapasitas 130 m<sup>3</sup>/Jam Untuk Exchanger Heater Amonia', *Wahana Teknik*, 1(1), hal 53-64.
- Waspodo, W. (2017) 'Analisa Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pipa Kombinasi Diameter Berbeda', *Suara Teknik : Jurnal Ilmiah*, 8(1), hal 1-12.
- Wicaksono, F. dan Subekti, S. (2021) 'Analisis Pengaruh Penyumbatan Aliran Fluida pada Pipa dengan Metode Fast Fourier Transform', *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 6(1), hal. 77-83.
- Yahya, T.H.M. dan Huda, F. (2017) 'Deteksi Kebocoran Dan Sumbatan Pada Pipa Menggunakan Sinyal Suara', *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 5(1), hal. 1-9.